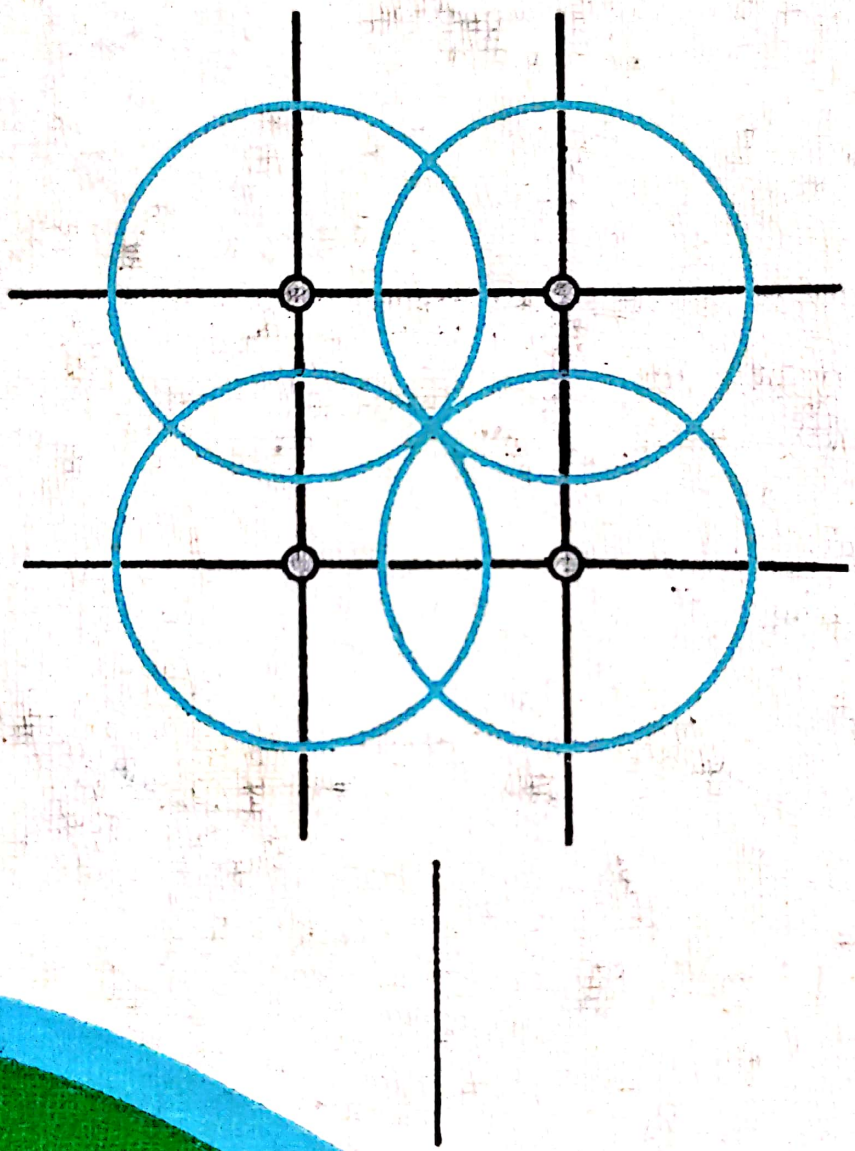
I. C. POPESCU

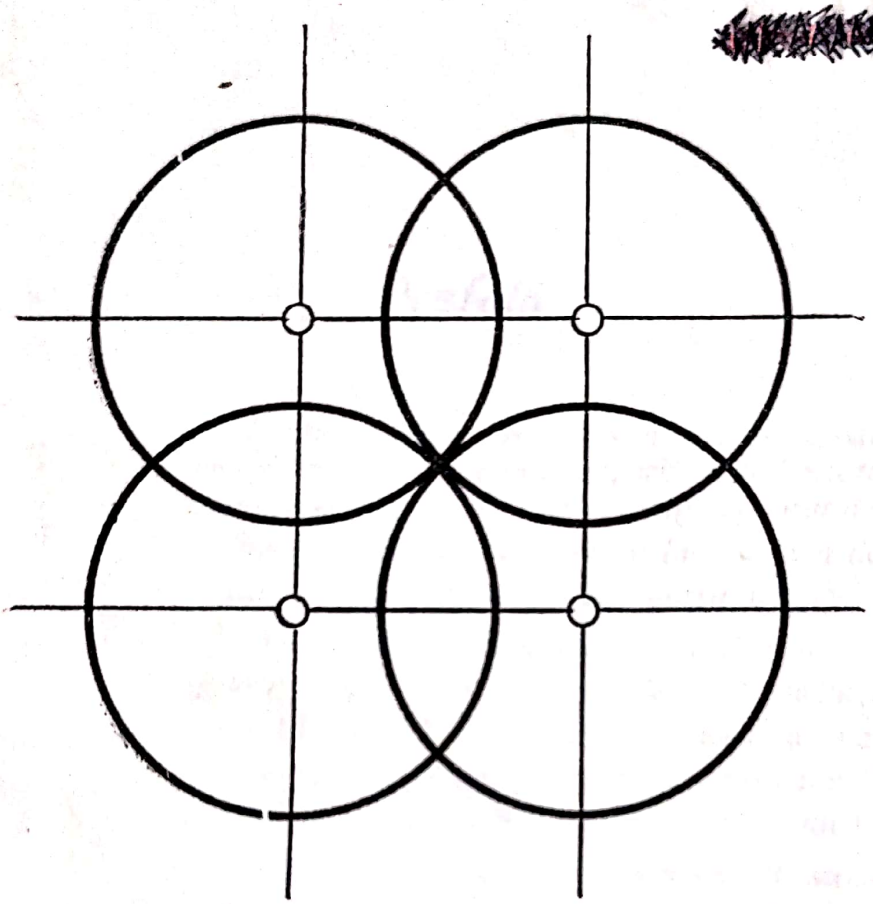
CULTURI IRIGATE



Scanned with OKEN Scanner

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

Conf. dr. I. C. POPESCU
Universitatea Craiova



CULTURI IRIGATE

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ — BUCUREȘTI

Scanned with OKEN Scanner

Prefață

Pentru satisfacerea consumului de produse agricole, mereu în creștere, omul a sporit treptat suprafața arabilă prin despăduriri, desecări, îndiguiri. Paralel cu acestea a introdus în cultură plante valoroase și a dezvoltat sistematic tehnica amenajărilor pentru irigații.

În condițiile climatice ale țării noastre, apa a fost și este factor prioritar în ridicarea producției agricole. Anii 1866-1872, 1899-1904 și 1946 cu secete succesive au marcat pentru poporul nostru perioade de cumpănă, de eforturi mari pentru redresare economică.

Înlăturarea efectului dezastruos al secetei, prin extinderea amenajărilor de irigație, fertilizarea și lucrările solului constituie un vast program de modernizare a agriculturii.

Directivele celui de al XI-lea Congres al P.C.R. prevăd că pînă în anul 1990 să se irige întreaga suprafață ce se justifică economic.

Prezentul manual tratează direcțiile principale ale teoriei și practicii extinderii amenajărilor de irigație, exploatării acestora în condiții de mecanizare și automatizare complexă, păstrînd și dezvoltînd echilibrul mediului natural, încît fertilitatea solului și valoarea calității biologice a producției agricole să crească.

Lucrarea se adresează în primul rînd studenților de la facultățile de agronomie și horticultură, precum și specialiștilor din producție, cercetare și învățămînt.

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINSUL

Prefață 3

Cuprinsul 5

PARTEA ÎNTÎI

Relația climă—sol—plantă—apă

Capitolul 1. *Importanța și necesitatea irigației în agricultura mondială; evoluția concepțiilor despre irigarea culturilor de cîmp* 12

Capitolul 2. *Factorii care determină necesitatea irigației* 17

2.1. Planta ca factor care determină necesitatea irigației; rolul apei în viața plantei 17

2.2. Clima ca factor natural care determină necesitatea irigației 22

2.3. Factorii de zonare a irigației 25

Capitolul 3. *Relațiile solului cu apa și planta* 28

3.1. Principalele însușiri fizice ale solului care au influență asupra umidității 28

3.2. Relațiile solului cu apa 31

3.2.1. Infiltrația 32

3.2.2. Filtrația 36

3.2.3. Permeabilitatea 37

3.2.4. Capilaritatea 38

3.2.5. Tensiunea umidității din sol (*TUS*) 41

3.3. Tensiometrul 42

3.4. Aparatul Bouyoucos 44

3.5. Aparatul cu membrană de presiune 44

3.6. Exprimarea cantitativă a umidității solului (U) 45

3.7. Indicii hidrici necesari în tehnica de irigație 46

3.7.1. Capacitatea pentru apă în cîmp (*C*) 46

3.7.2. Capacitatea de cîmp pentru apă (*C'*) 47

3.7.3. Echivalentul umidității (*EU*) 47

3.7.4. Umiditatea la coeficientul de ofilire (C_o) sau ofilirea permanentă 49

3.7.5. Intervalul umidității active (*IUA*) 51

3.7.6. Plafonul minim de umiditate (P_{mtn}) 52

3.8. Mișcarea apei în sol 52

Scanned with OKEN Scanner

3.8.1. Mișcarea apei în sol nesaturat 54
3.8.2. Mișcarea apei în sol saturat 56
3.8.3. Infiltrația și mișcarea apei în sol în timpul irigației 56

Capitolul 4. *Consumul de apă al plantelor agricole* 59
4.1. Consumul de apă, definiție, factorii care îl determină . . . 59
4.2. Termeni și indici utilizați în exprimarea conținutului de vapori de apă din atmosferă 62
4.3. Evapotranspirația (*ET*) 62
4.4. Transpirația 63
4.5. Evapotranspirația potențială (*ETP*), reală (*ETR*) și reală maximă (*ETM*) 64
4.6. Metode directe de determinare a consumului de apă . . . 68
4.7. Metode indirecte pentru determinarea consumului de apă (evapotranspirația potențială) (*ETP*) 73
4.8. Coeficientul de valorificare al apei 76
4.9. Metode prin care se reduce evapotranspirația (*ET*) 76

Capitolul 5. *Apa de irigație și toleranța plantelor irigate la salinitate* . . . 80
5.1. Sursele de apă în agricultura irigată, importanța lor . . . 80
5.2. Solul și calitatea apei de irigație 81
5.2.1. Acțiunea fizică a apei de irigație asupra solului 81
5.2.2. Acțiunea chimică a apei asupra masei solului 83
5.2.3. Acțiunea chimică și biochimică a apei de irigație 85
5.3. Culturile agricole și toleranța la salinitate 85
5.4. Toleranța și rezistența culturilor la salinitatea solului . . . 88
5.5. Alegerea apei de irigație 89
5.5.1. Estimarea în părți pe milion (ppm) 89
5.5.2. Estimarea prin miliechivalenți 90
5.5.3. Aprecierea calității apei prin electroconductanță 90
5.6. Clasificarea apelor de irigație 91
5.7. Gradul de aerare al apei de irigație 94
5.8. Temperatura apei de irigație 94

Capitolul 6. *Regimul de irigare al plantelor agricole, avertizarea udărilor* . 94
6.1. Importanța și definiția regimului de irigație 94
6.2. Elementele regimului de irigație 95
6.2.1. Norma de irigație 96
6.2.2. Norma de udare (*m*) 98
6.3. Udările din perioada de vegetație a plantelor 101
6.4. Prognoza udărilor 103
6.5. Udarea de aprovizionare 113

PARTEA A DOUA

Tehnica irigării

Capitolul 7. *Tehnica de irigare prin scurgere la suprafață* 116
7.1. Clasificare, criterii de proiectare, avantajele irigării prin scurgere 116
7.2. Rețeaua provizorie de udare 118
7.3. Nivelarea capitală 119

Scanned with OKEN Scanner

7.4. Nivelarea anuală sau de exploatare 120
7.5. Trasarea și executarea rețelei provizorii de udare 122
7.6. Dimensionarea setului mobil de udare 127
7.7. Brazdele de udare 129
7.8. Infiltrarea apei în brazdă 129
7.9. Principalele elemente tehnice ale brazdei de udare 130
7.10. Durata udării pe brazde 132
7.11. Deschiderea brazdelor 134
7.12. Fișiile de udare 135
7.13. Udarea pe curbe de nivel sau brazde de contur 136
7.14. Udarea pe brazde mici (corugate) 138
7.15. Udare prin bazine 140
7.16. Udarea prin submersie 142
7.17. Metode specifice în combaterea eroziunii la irigarea prin scurgere la suprafață 143
7.18. Metode tehnice pentru menținerea și redresarea vitezei de infiltrație 143
7.19. Uneltele și dispozitive necesare irigării prin scurgere la suprafață 144
7.20. Prize de apă pentru branșarea conductelor flexibile cu fante la irigarea pe brazde 150
7.21. Ordinea și succesiunea mișcării setului mobil de udare prin scurgere la suprafață 151
7.22. Normele de lucru și productivitatea la udarea prin scurgere la suprafață 153

Capitolul 8. *Tehnica irigării prin aspersiune* 155

8.1. Evoluția irigației prin aspersiune 155
8.2. Avantajele și dezavantajele irigației prin aspersiune . . . 156
8.3. Clasificarea instalațiilor de irigație prin aspersiune 157
8.4. Indicii funcționali ai instalației de aspersiune, calitatea ploii . 160
8.4.1. Intensitatea ploii 161
8.4.2. Coeficientul de intensitate (P a g l i u c a) 163
8.4.3. Indicele pedologic 164
8.4.4. Pulverizarea ploii 164
8.4.5. Uniformitatea stropirii 165
8.4.6. Determinarea intensității de aplicare a apei 167
8.5. Organizarea udării prin aspersiune 168
8.6. Dimensionarea instalațiilor de irigare, organizarea udării . . . 168
8.7. Scheme funcționale 170
8.8. Așezarea aspersoarelor 173
8.9. Organizarea udării la instalațiile mobile ce funcționează pe o conductă îngropată și cu stație fixă de punere sub presiune . 174
8.10. Exploatarea sistemului de irigație prin aspersiune 179
8.11. Instalații mobile prevăzute cu aripi de rezervă 183
8.12. Instalațiile mobile cu aripi simple de udare 183
8.13. Instalații mobile dotate cu aripi simple și funcționare alternă a aspersoarelor 183
8.14. Numărul de muncitori și formația de lucru 184
8.15. Instalații moderne de irigație prin aspersiune 185

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 9. *Tehnica irigării prin picurare* 187
9.1. Avantajele şi dezavantajele irigării prin picurare. 187
9.2. Elementele tehnice ale irigării prin picurare 188
9.3. Dimensionarea echipamentului de irigare 189
9.4. Schema de irigare cu conducte mobile 189
9.5. Schema de irigare cu conducte fixe 191
9.6. Picurătorul instalaţiei fixe sau mobile 191
9.7. Instalaţii de irigare prin picurare fără picurătoare 192

Capitolul 10. *Instalaţii de irigaţie cu funcţii multiple* (polivalente) . . . 193
10.1. Caracteristicile instalaţiilor polivalente 193
10.2. Irigaţia împotriva îngheţurilor (antigel) 194
10.3. Fertiirigarea 195
10.4. Împrăştierea şi modul de distribuire a fertilizantului pe suprafaţa şi profilul solului 198
10.5. Tratamente antiparazitare 199
10.6. Irigarea de înviorare şi colorare 200

Capitolul 11. *Automatizarea irigaţiei* 201
11.1. Hidromodulul de udare, caracteristic şi ponderat 201
11.2. Distribuţia apei în mod continuu 202
11.3. Distribuţia apei prin rotaţie 203
11.4. Distribuţia apei la cerere 203
11.5. Clasificarea sistemelor automatizate 204
11.6. Transmisia comenzilor într-un sistem de irigaţie automatizat 204
11.7. Programarea udărilor într-un sistem automatizat 205
11.7.1. Riscul calculat 205
11.7.2. Deservirea maselor (teoria aşteptării) 206
11.7.3. Programarea prin model de stimulare dinamică 206
11.8. Automatizarea udării pe brazde în amenajări cu canale deschise 208
11.9. Automatizarea în sistemele de irigaţie prin aspersiune . . . 210

PARTEA A TREIA

Tehnologia culturilor irigate, randamentul irigaţiei şi optimizarea consumului de apă 211

Capitolul 12. *Tehnologia culturilor de cîmp în regim irigat* 212
12.1. Lucrările solului în agricultura irigată 212
12.1.1. Minimul de lucrări 213
12.1.2. Adîncimea arăturii 214
12.1.3. Scheme de principiu pentru lucrarea solului irigat 217
12.2. Sistemul de fertilizare în agricultura irigată 218
12.2.1. Fertilizarea organică 224
12.2.2. Fertilizarea chimică 230
12.2.3. Tehnica aplicării fertilizanţilor 235
12.2.4. Fertilizarea cu ape uzate 237
12.2.5. Particularităţile aplicării fertilizanţilor la principalele plante cultivate 239
12.3. Numărul plantelor pe unitatea de suprafaţă în regim irigat, forma şi mărimea spaţiului de nutriţie 243

Scanned with OKEN Scanner

12.4. Soiuri și hibrizi cultivați în regim irigat 249
12.5. Lucrări de îngrijire a culturilor irigate în timpul vegetației . 252
12.5.1. Lucrările pregătitoare în vederea irigației 252
12.5.2. Buruienile și combaterea lor în agricultura irigată 253
12.6. Asolamente în agricultura irigată 257
12.6.1. Funcțiile și necesitatea asolamentelor în condiții de irigare . 257
12.6.2. Caracteristicile asolamentelor din agricultura irigată 259
12.6.3. Scheme de asolamente pentru culturile de cîmp irigate . . 261
12.6.4. Asolamente speciale cu orez 263

Capitolul 13. *Regimul de irigare al principalelor plante de cîmp* 264

13.1. Porumbul 264
13.1.1. Necesitatea pentru apă 264
13.1.2. Plafonul minim de umiditate al solului 267
13.1.3. Irigarea porumbului în funcție de concentrația sucului celular 268
13.1.4. Aplicarea udărilor 269
13.1.5. Cultura succesivă a porumbului 270
13.1.5.1. Fertilizanți și plante premergătoare 270
13.1.5.2. Pregătirea terenului 271
13.1.5.3. Desimea și distanța de semănat 272
13.1.5.4. Regimul de irigare 272
13.2. Grîul de toamnă 273
13.2.1. Necesitatea pentru apă 273
13.2.2. Plafonul minim de umiditate al solului 275
13.2.3. Aplicarea udărilor 275
13.3. Floarea-soarelui 277
13.3.1. Necesitatea pentru apă 277
13.3.2. Plafonul minim de umiditate al solului 277
13.3.3. Aplicarea udărilor 278
13.4. Sfecla de zahăr 279
13.4.1. Necesitatea pentru apă 279
13.4.2. Plafonul minim de umiditate a solului 281
13.4.3. Aplicarea udărilor 282
13.5. Cartoful 282
13.5.1. Necesitatea pentru apă 282
13.5.2. Necesitatea irigării cartofului în condițiile de climă din țara noastră 283
13.5.3. Plafonul minim de umiditate a solului 283
13.5.4. Aplicarea udărilor 284
13.6. Fasolea 285
13.6.1. Cerințe față de apă 285
13.6.2. Plafonul minim de umiditate al solului 286
13.6.3. Aplicarea udărilor 286
13.7. Soia 287
13.7.1. Necesitatea pentru apă 287
13.7.2. Plafonul minim de umiditate al solului 287
13.7.3. Aplicarea udărilor 289
13.7.4. Soia pentru boabe în cultură succesivă 289
13.8. Lucerna 290
13.8.1. Necesitatea pentru apă 291

Scanned with OKEN Scanner

13.8.2. Plafonul minim de umiditate al solului 291
13.8.3. Aplicarea udărilor 292
13.9. Irigarea pășunilor și fînețelor 294
13.9.1. Necesitatea irigării pășunilor 294
13.9.2. Metode de irigare a pășunilor naturale 295
13.9.3. Irigarea pășunilor și a fînețelor artificiale 297

Capitolul 14. *Irigarea plantelor horticole* 298

14.1. Irigarea legumelor 298
14.2. Irigarea pomilor 302
14.3. Irigarea viței de vie 303

Capitolul 15. *Orezul* 304

15.1. Generalități despre orez 304
15.2. Descrierea plantei 306
15.3. Sistematica orezului 307
15.4. Soiurile de orez 308
15.5. Cerințele față de mediul înconjurător 309
15.6. Amenajarea orezăriilor 312
15.6.1. Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească terenul pentru orezărie 313
15.6.2. Organizarea terenului 313
15.6.3. Amenajarea anuală a orezăriei 315
15.6.4. Rețeaua canalelor de alimentare 316
15.6.5. Orezăria de tip italian 317
15.7. Planta premergătoare 319
15.8. Fertilizanții și folosirea lor 320
15.9. Pregătirea terenului 323
15.10. Semănatul orezului 323
15.11. Consumul și necesarul de apă al orezului 325
15.12. Regimul de irigare al orezului 327
15.13. Cultura orezului prin transplantare 329
15.14. Recoltarea orezului 331
15.15. Prelucrarea industrială a boabelor de orez 332

Capitolul 16. *Prevenirea și combaterea salinizării și înmlăștinării terenurilor irigate, valorificarea lor* 333
16.1. Generalități despre salinizare 333
16.2. Cauzele salinizării secundare 333
16.3. Sistemul de măsuri agrotehnice de prevenire a salinizării secundare 336
16.4. Sistemul măsurilor de combatere a salinizării secundare . . . 338
16.5. Cultura orezului pe solurile salinizate 342

Capitolul 17. *Randamentul irigației, optimizarea consumului de apă* . . . 344

17.1. Randamentul irigației (R.I.) 345
17.2. Corelația producție-consum de apă 348
17.3. Optimizarea consumului de apă 349

Bibliografie 352

Scanned with OKEN Scanner

Partea întîi

RELAȚIA CLIMĂ—SOL—PLANTĂ—APĂ

Capitolul 1

IMPORTANȚA ȘI NECESITATEA IRIGAȚIEI ÎN AGRICULTURA MONDIALĂ; EVOLUȚIA CONCEPȚIILOR DESPRE IRIGAREA CULTURILOR DE CÎMP

În toate țările lumii cheltuielile pentru alimentație ocupă un procent însemnat în bugetul fiecărui locuitor. Ieftinirea alimentelor, ridicarea nivelului de trai sînt posibile numai în condițiile creșterii productivității muncii. Produse agricole în cantități mari și la preț de cost scăzut se pot obține numai în cadrul unei agriculturi intensive, unde irigarea culturilor ocupă un loc de primă importanță.

În dezvoltarea tehnico-științifică din ultimul timp se înregistrează progrese care situează agronomia în rîndul științelor moderne, unde pentru explicarea cauzală a fenomenelor din relația ecosistemului climă-sol-apă-plantă, biologia, fizica, chimia și matematica sînt intens solicitate.

Apa, unul din principalii factori de vegetație, a reprezentat încă din timpuri străvechi un vast domeniu de preocupări. Astăzi bogățiile naturale ale unui ținut se estimează nu numai prin rezervele sale de minereuri, cărbune, petrol etc., dar și prin cantitatea de apă de care dispune.

Apa înseamnă viață nu numai pentru ființele vii, dar și pentru industrie. Este suficient să citim că pentru 1 tonă de oțel se folosesc 300 m³ de apă, pentru 1 tonă de țesături din fibre sintetice 800 m³ apă și că centralele atomoelectrice nu pot funcționa fără apă (V. Baba, 1964).

Progresul industrial în ritmul accelerat al acestui secol are influență asupra apelor dulci și sărate, care devin tot mai poluate (fig. 1.1).

Utilizarea apelor uzate reclamă eforturi financiare. Pe glob apa dulce este în cantitate limitată (circa 500 000 km³), din care 150 000 km³ apă subterană. Evaporația anuală este de circa 400 000 km³ apă, fiind echilibrată pe ansamblu de circa 300 000 km³ apă din precipitațiile ce cad pe oceane și 100 000 km³ precipitații ce cad pe uscat. În condițiile cele mai optimiste, cercetătorii apreciază că nu putem dispune decît de 20 000 km³ apă pe un an pentru întreaga planetă (M. Poirée și Ch. Ollier). După unele calcule, în mai puțin de un secol omenirea va folosi pentru satisfacerea consumului de apă mari cantități din apa mărilor și a oceanelor, care conține în jur de 35 g/l săruri (R. Furon). Peste 43 țări sînt interesate în desalinizarea apei de ocean. Apa a devenit, așa cum au spus cu mii de ani în urmă Democrit și Aristotel, «viața și sîngele pămîntului». Unde este apă este și viață.

Scanned with OKEN Scanner

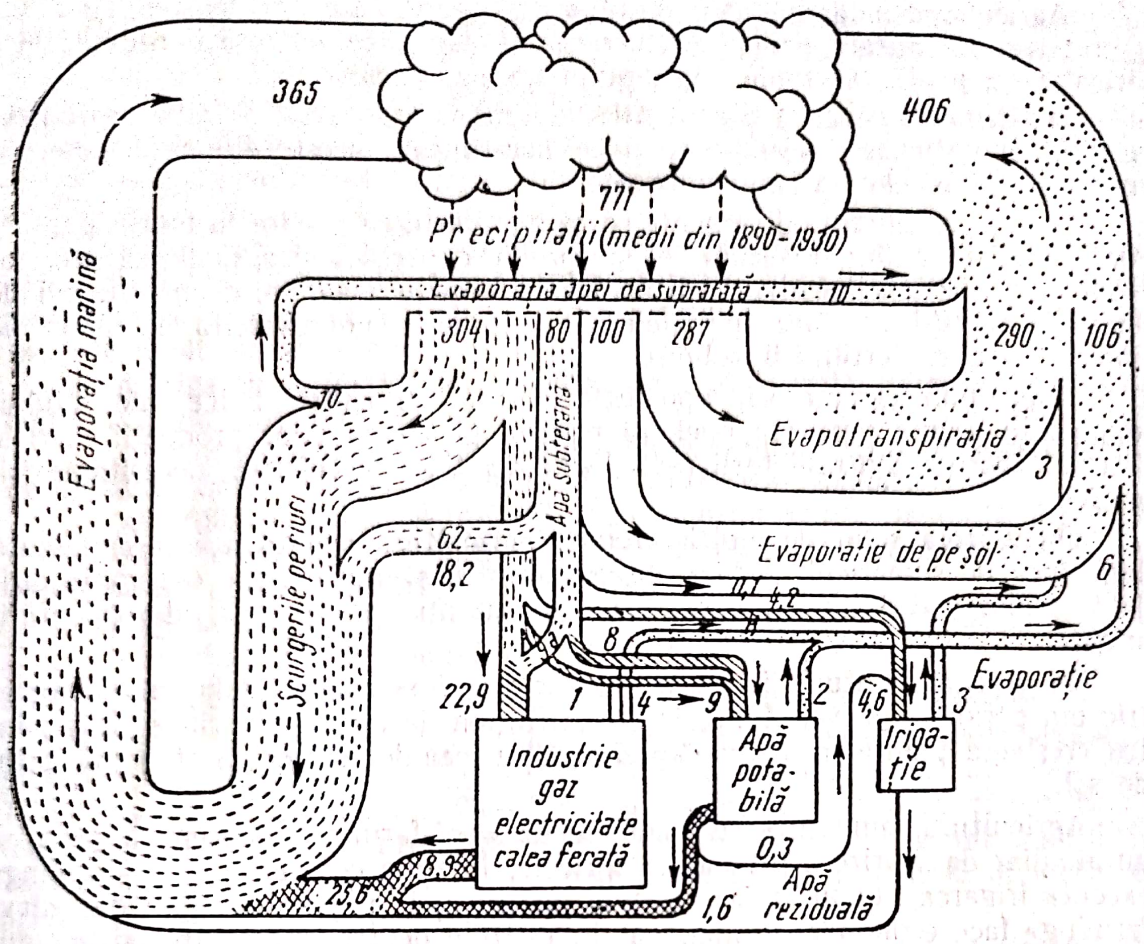


Fig. 1.1. Schema ciclului apei în R. F. Germania, în mm/an.

Luîndu-se ca bază de calcul previzibil consumul de apă al S.U.A. pentru anul 2 000, s-a ajuns la concluzia că se va consuma 12 000 km³ apă anual. Pe glob sînt terenuri întinse foarte sărace în apă. Peste 35% din cantitatea de apă a tuturor rîurilor și fluviilor de pe glob curge pe continentul sud-american, în timp ce Australia nu are decît un singur rîu mai bogat în apă — Murray-Darling. Este suficient să amintim că numai un oraș ca New York consumă zilnic peste 500 l apă pe locuitor.

Cel mai de seamă consumator de apă este însă agricultura; numai pentru 1 ha agricol irigat se consumă 3 000—25 000 m³ apă. În S.U.A. consumul de apă pe locuitor în agricultură a fost în anul 1960 de 3 210 l pe zi, iar pentru anul 1975 se prevăd 4 510 l pe zi (R. Furon).

În anul 1967 s-au irigat în 108 țări circa 220 milioane ha, aproape jumătate din această suprafață revenind R. P. Chineze și Indiei. În anul 2 000 se prevede irigarea a peste 304 milioane ha, însă trebuie reținut că populația globului va ajunge la circa 6 miliarde locuitori. Pentru producerea hranei unui locuitor sînt necesari circa 4 800 m³ apă/an, știut fiind că la obținerea alimentelor cu procent ridicat de proteină se consumă o cantitate de apă de trei ori mai mare decît la alimentele bogate în hidrați de carbon.

Scanned with OKEN Scanner

Agricultura modernă, deși dispune de o gamă largă de mașini și metode agrotehnice avansate pentru prelucrarea și păstrarea fertilității solului, fără irigație nu poate răspunde consumului mereu în creștere.

Problemele de bază ale irigației diferă de la o zonă la alta. Specificul condițiilor naturale și social-economice accentuează aceste diferențe, determinînd soluții tehnice cît mai adecvate.

O serie de tendințe divergente ce se manifestă cu privire la teoria și practica irigației nu sînt determinate de opiniile experților și agricultorilor în favoarea folosirii apei pentru realizarea de producții maxime, ci mai curînd de efectele diferite pe care metodele de irigație le pot exercita fie direct fie indirect asupra fertilității solului.

După unii cercetători, apa deteriorează însușirile fizice ale solului, după alții numai prezența apei va rezolva problema unor producții mari și ieftine. Teoriile contradictorii n-au făcut decît să accentueze necesitatea irigației.

Omul irigă solul de multă vreme; agricultura irigată a fost cunoscută bine încă de sumerieni. Astăzi, discernămîntul științific între o irigație dirijată și una nedirijată s-a concretizat în bilanțul excedentar al exploatării irigate.

În cazul agriculturii irigate se urmărește să se acopere deficitul pluviometric din perioada de vegetație, încît cantitatea de apă dată prin irigație pentru creșterea plantelor să nu depășească puterea de reținere a stratului activ de sol.

Agricultura cunoscută sub numele de «wet-farming» concepe irigația ca un auxiliar de sporire a producției agricole, în timp ce metoda «dry-farming» execută irigarea numai la faza critică pentru apă a plantei (metoda «dry-farming» face economie de apă, dar investițiile pentru amenajarea sistemului se amortizează într-un timp mai lung) (A. D r a g h e t t i).

Irigația folosește apa ca un mijloc de dizolvare și de transport pentru tot felul de substanțe minerale și organice existente în sol; ea contribuie la aprovizionarea solului cu substanțe nutritive, dar și la spălarea lui, înlătură o serie de dăunători animali: șoareci, cărăbuși, filoxera etc. și răcește solurile încălzite, realizînd astfel un microclimat specific pe solul irigat, pînă la înălțimea de 2—4 m.

Stabilirea plafonului minim al umidității solului necesar culturilor irigate este determinat de proprietățile solului în raport cu apa și cu clima. Prin stabilirea experimentală a plafonului minim al umidității solului se obține indicele esențial pentru determinarea momentului aplicării irigației, cît și a mărimii normei de udare.

Tehnica actuală a irigației nu permite menținerea constantă și continuă a umidității solului la un anumit plafon teoretic optim pe suprafețe mari. De aceea, în practică este considerat *plafon minim al umidității solului* plafonul sub care umiditatea solului nu trebuie să scadă.

Irigația în sisteme mari contribuie în mod substanțial la sporirea precipitațiilor locale, cantitatea lor mărindu-se în unele luni pînă la 25% față de anul proiectării sistemului (P. K. L y n n 1968). Umiditatea relativă mărindu-se, evapotranspirația reală scade; ca urmare, în evoluția sistemului norma de irigație trebuie redusă față de nivelul proiectării.

Scanned with OKEN Scanner

Intervențiile periodice de distribuire a normelor de udare efectuate pe baza cunoașterii cerințelor plantelor, a condițiilor specifice de climă, sol, hidrogeologie etc. constituie *regimul de irigare*. Acesta, la rîndul său, este condiționat de bilanțul apei din solul irigat. Din diferența cantitativă a surselor ce reprezintă *intrările* de apă și a surselor ce reprezintă *ieșirile* de apă (consumul de apă) va rezulta norma de irigație necesară a se distribui culturii analizate.

Calitatea apei de irigație reprezintă o problemă de bază, care influențează atît fertilitatea solului cît și dezvoltarea plantei. Diferite tipuri de sol și culturi agricole se comportă diferit față de calitatea apei de irigație, fapt care nu este lipsit de semnificație practică.

Prin **irigarea culturilor** se înțelege aducerea și distribuirea apei pe solul cultivat în următoarele scopuri:

— să sporească umiditatea solului pînă la limita cerută de fiecare plantă de cultură, încît creșterea acestora să se realizeze normal;

— să protejeze culturile împotriva perioadelor scurte de arșiță și secetă;

— să răcească solul fierbinte și să încălzească solul rece, creînd un microclimat favorabil creșterii;

— să înlăture sau să dilueze sărurile nocive din solurile salinizate;

— să reducă efectul factorilor întîmplători;

— să asigure efectuarea de lucrări agricole în condiții optime.

Se consideră aride și semiaride zonele globului în care suma anuală a precipitațiilor nu depășește 500 mm, iar evapotranspirația nu depășește 1 143 mm/an. În aceste zone, 70—75% din precipitații se evaporă; în zonele temperate, pierderea de precipitații prin evaporație este mai mică de 50%. Totuși sînt greu de trasat limite climatice cu caracter general aplicativ cu privire la irigație.

N. D. Gulhati (1955) apreciază că peste 3/4 din suprafața uscatului nu dispune de umiditatea naturală suficientă pentru o producție agricolă bună (de exemplu, Egiptul care irigă peste 80% din teritoriul său arabil). Pe glob sînt teritorii întinse acoperite cu formațiuni vegetal-ierboase care în lipsa irigației nu se pretează decît la o folosință pastorală. În regiunile subumede sînt ani în care datorită regimului nefavorabil al precipitațiilor producția agricolă scade mult. Din acest motiv și la tropice se irigă uneori, pentru a se asigura producții constante și la nivel ridicat. În zona temperată se irigă toate culturile care valorifică bine apa, chiar și la precipitații ce depășesc 1 000 mm pe an.

În general, irigația își are leagănul în zonele aride și de-a lungul istoriei s-a deplasat, odată cu civilizația, spre zone din ce în ce mai puțin aride. În Europa, agricultura intensivă și odată cu ea și irigația s-a întins mult spre nord. Astfel, Olanda, deși are o climă subumedă, irigă 1 milion de ha, adică circa 25% din suprafața țării.

În țara noastră, tehnica irigației cunoaște trei etape: pînă la primul război mondial; între cele două războaie mondiale; după anul 1944.

Începuturile irigării la noi se pierd în trecutul îndepărtat, sub formă de udare a legumelor. Irigarea culturilor de cîmp se practică ca metodă în țara noastră odată cu întemeierea și consolidarea agriculturii ca știință.

Problema irigației a suscitat interes mai ales în anii secetoși, începînd cu a doua jumătate a secolului al XIX-lea.

Ing. A. Davidescu (1912) a elaborat un anteproiect în vederea irigării terenului cuprins între Siret și Argeș, în suprafață de 1 300 000 de ha, cu apă din rîurile interioare și din Dunăre, care coincide în mare parte cu suprafața de 1 000 000 ha ce se irigă în sudul și sud-estul țării în cincinalul actual (1971—1975).

Preocuparea pentru problema irigației reapare mai tîrziu. În anul 1929 se înființează Comisia științifică a irigațiilor, care, deși nu a trecut la măsuri concrete, a elaborat programul de amenajări și propuneri în vederea studiilor.

În această perioadă s-a mers mai mult pe linia lucrărilor mici, din care să se culeagă experiență pentru proiecte de mari proporții.

Suprafața amenajată pentru a se iriga în anul 1944, în țară, a fost de 34 000 ha din care 30 000 ha grădini de legume și 4 000 ha orezării.

Din cauza urmărilor celui de al doilea război mondial, suprafața amenajărilor pentru irigații nu s-a mărit prea mult în primii ani după eliberare. Începînd din anul 1949, în urma marilor prefaceri politice și sociale, irigația capătă o nouă orientare prin planul de electrificare a țării și de valorificare a apelor.

În atenția statului român au stat următoarele obiective privind fondul funciar și valorificarea apelor:

— satisfacerea continuă a centrelor populate și industriale cu legume și lapte, prin extinderea suprafețelor irigate la culturi legumicole și furajere;

— extinderea culturilor irigate în sudul și sud-vestul țării, zonă bîntuită de secetă, cu un disponibil termic ridicat;

— extinderea irigației pe terenurile inundabile și salinizate, în incintele îndiguite de la Dunăre amenințate cu sărăturarea secundară, precum și pe sărăturile existente;

— localizarea culturilor cu mare consum de apă — orezul și lucerna — în luncile cu sursa de apă asigurată și pe terenurile joase.

Pentru formarea de cadre necesare conducerii eficiente a sistemelor de irigații s-au înființat o serie de școli medii cu caracter hidrotehnic, iar în vederea pregătirii inginerilor agronomi s-a pus un accent deosebit pe studierea teoretică și practică în direcția agriculturii irigate.

Studiile preliminare întocmite la noi în țară cu privire la asigurarea cu apă a celor peste 5,4 milioane ha interesate la irigație au stabilit că 33% din această suprafață trebuie alimentată cu apă din Dunăre, 53% din rîurile din sudul și estul țării și 14% din rîurile din vestul țării.

Directivele celui de al XI-lea Congres al P.C.R. prevăd extinderea suprafețelor irigate prin amenajarea în perioada 1976—1980 a circa 1 milion ha, astfel că la finele anului 1980 amenajările pentru irigație vor reprezenta mai mult de jumătate din suprafața irigabilă în condiții economice. Pînă în anul 1990 suprafața amenajată pentru irigație va ajunge la circa 5 milioane ha.

Din cifrele prezentate reiese că în țara noastră se urmărește realizarea unui plan de mari proporții în dezvoltarea irigației care o va situa în rîndul țărilor cu cea mai puternică agricultură irigată.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 2

FACTORII CARE DETERMINĂ NECESITATEA IRIGAȚIEI

2.1. PLANTA CA FACTOR CARE DETERMINĂ NECESITATEA IRIGAȚIEI; ROLUL APEI ÎN VIAȚA PLANTEI

Necesitatea extinderii irigației este determinată de două categorii de factori: naturali și economici.

Factori naturali sînt: planta, clima și solul, iar factorii economici sînt cei determinați de cerințele economiei naționale.

Plantelor cultivate în condiții naturale, nu li se pot satisface de cele mai multe ori integral cerințele față de anumiți factori de vegetație, fapt ce plafonează producția la nivele necorespunzătoare.

Apa este unul din factorii de vegetație limitativi; aflată în sol în cantitate suficientă asigură creșterea și dezvoltarea normală a plantelor; dimpotrivă cînd se află în exces sau în deficit, plantele sînt afectate în procesul creșterii.

Apa și rolul ei în viața plantelor. Definită chimic, apa constituie un edificiu macromolecular, care îi dă posibilitatea de a adiționa substanțe străine, putînd să rupă ușor legăturile de hidrogen. Apa „obișnuită" este formată din molecule de H_2O predominante și foarte puține molecule de: D_2O, T_2O și HOD. La acest „amestec" de molecule trebuie adăugat și existența celor trei izotopi ai oxigenului: O^{16}, O^{17}, O^{18}. Apa lichidă citată ca tipul perfect al corpului fluid este un lichid care amintește de forma cristalină a gheții.

Datorită structurii foarte complexe, apa în viața plantelor îndeplinește mai multe roluri:

— constituent structural, fiind reținută în celulele vii prin forțe osmotice și de imbibiție;

— hidratant al enzimelor, declanșînd metabolismul;

— solubilizant al substanțelor, permițînd reacții metabolice care se produc numai într-un mediu umed. La interfața solid-apă se produc cele mai energice reacții. În absența apei reacțiile nu se petrec sau se dezvoltă cu viteză foarte redusă (de exemplu semințele uscate);

— vehiculant al substanțelor nutritive (excepție transportul la mare distanță al gazelor), din regiunea de alimentare (sol sau celulă) la zona de folosință a celulei. Mișcarea se realizează atît prin xilem cît și prin sistemul interconectat al protoplasmei (symplast) și al membranei (apoplast);

— tampon împotriva temperaturilor joase și înalte, fenomen ce se datorează căldurii specifice ridicate și capacității mari de vaporizare;

— reactant[1] în procesul de fotosinteză și în același timp produs sau rezultat în polimerizare.

[1] Ia parte la reacția chimică.

Apa în componența celulei. În celulele mature apa se distribuie ca sevă între membranele celulare, în protoplasmă și în vacuole. Apa protoplasmatică este reținută de sărurile dizolvate și substanțele coloidale. Cea mai mare parte din apa celulelor mature este depozitată în vacuole.

În spațiile intercelulare se află și canale pline cu gaze. Unul din gaze frecvent în aceste canale este vaporul de apă, gaz de graniță care produce opacitatea țesuturilor plantelor, determină forța ascensională în plantele hidrofile și mărește flexibilitatea tulpinii și altor organe. Proporția vaporilor de apă depozitați variază de la 7,7 pînă la 71,3%. Volumul de gaz în phloem, xilem și țesutul meristematic este extrem de mic față de măduvă și mezofil.

Viața plantelor este determinată de patru procese vitale principale: asimilația clorofiliană, absorbția, respirația și transpirația. În tehnica irigației interesează mai ales procesul de *absorbție al apei.*

Cea mai activă absorbție de apă și de substanțe nutritive se înregistrează prin perii radiculari și zonele terminale ale rădăcinilor. Perii radiculari sînt mici, cu o mare putere de regenerare (sute/ cm^2).

Dittmer (1937) a evaluat că la secara de toamnă în perioada creșterii rapide se formează zilnic în medie 100 milicane peri radiculari. Perii radiculari acționează în capilarele mici ale solului, unde vin în contact cu apa pe care o absorb și o rețin cu ușurință cînd umiditatea solului se găsește aproape de capacitatea de cîmp. La reținerea apei de către plante concură următoarele forțe:

— osmotică-rezultată din sărurile dizolvate în sucul celular;

— de imbibiție — generată de atracția apei de către coloizii din țesuturile rădăcinii;

— metabolică — datorată oxidării substanțelor organice în rădăcini în timpul respirației celulare. Oxigenul cerut de procesul respirator, oprește absorbția apei de către plante cînd aprovizionarea cu oxigen a rădăcinilor este redusă la nivelul critic;

— de transpirație — prin care vaporii de apă sînt trecuți în atmosferă cu ajutorul forței evaporante. În țesuturile vegetale presiunea de sucție variază în general între 0—20 atm. În sol, potențialul apei sub 15 atm. este suficient pentru a permite să supraviețuiască cea mai mare parte din plantele de cultură. În aer, potențialul apei va fi conform legilor fizicii, ale evaporației de 20 atm·cm^3 la temperatura de 17°C și umezeala de 98,6%, iar pentru umezeala de 32% va fi de 1 500 atm·cm^3 (De Parcevaux S., 1964).

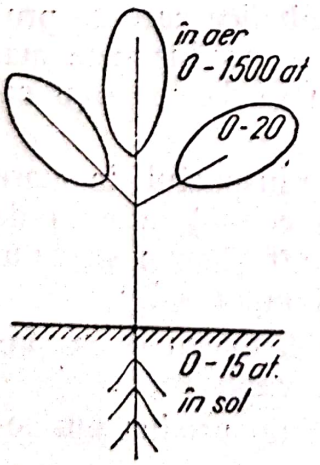


Fig. 2.1. Repartiția potențialului energetic, în atm.

Apa va circula de la potențialul sucției scăzute zero atm·cm^3 la un potențial de sucție mare, de 1 500 atm·cm^3 la nivelul frunzelor (fig. 2.1).

Diferența de potențial de 10 atm·cm^3 permite sevei să atingă vîrful unui copac de 100 m.

Forțele enumerate concură la pătrunderea apei în plante. Cantitatea de apă ce pătrunde în plantă este dependentă de forțele ce mișcă apa și de totalul suprafeței ocupată de rădăcini.

Comparativ cu totalul forțelor externe exercitate prin sucția solului, forța principală ce concură la absorbția apei de către plante, este mărimea presiunii osmotice a celulelor rădăcinii.

Dacă presiunea osmotică a rădăcinilor depășește forța de sucție a solului, apa se mișcă intern, spre plantă; și invers, cînd forța de sucție a solului este mai mare decît presiunea osmotică a plantei.

Coloizii hidrofili din plantă, datorită proprietăților de imbibiție au un rol major în absorbția apei.

În timpul verii în zilele foarte călduroase transpirația poate fi mai mare decît absorbția, perioadă în care fenomenul ofilirii temporare este inevitabil. Frunzele și perii radiculari suferă cel mai mult din lipsă de apă.

Presiunea osmotică a umidității în solurile normale productive în condiții de cîmp este obișnuit între 1—2 atmosfere, iar în solurile saline ajunge pînă la 200 atmosfere. Așa se explică de ce pe solurile saline aparent umede, plantele suferă de lipsă de umiditate.

Accesul nestînjenit al apei și bioxidului de carbon în plantă determină o asimilație sporită pe terenurile irigate față de cele neirigate (cu de două ori mai mult în zilele noroase) (tabel 2.1).

TABELUL 2.1

Intensitatea fotosintezei, suprafața frunzelor și recolta diferitelor culturi în cazul irigării și neirigării (A. S. Krujilin)

Cultura	Intensitatea fotosintezei, dimineața (creșterea substanței uscate la 1 oră pe m²/g)		Suprafața frunzelor pe un ha. de cultură (ha)		Recolta de boabe, fibre, rădăcini (q/ha)	
	cu irigare	fără irigare	cu irigare	fără irigare	cu irigare	fără irigare
Grîu (Zavoljia)	1,05	0,33	10,0	4,0	31	4
Sfeclă de zahăr (Kirghizia)	3,20	0,70	5,0	1,7	800	120
Floarea soarelui (Zavoljia)	0,85	0,48	4,2	1,6	14	4
Orez (Cuban)	0,25	0,05	10,0	2,0	40	3

Asigurarea cu apă a plantelor determină și modifică habitusul, ramificația, gradul de acoperire cu frunze, dimensiunile frunzei etc. Important este faptul că irigarea schimbă nu numai habitusul plantei ci și calitatea producției. Sfecla de zahăr irigată la 65% din intervalul umidității active pentru apă, a realizat cel mai mare procent de zahăr; cînd plafonul minim de umiditate a crescut pînă la 85 % din intervalul umidității active (I.U.A.) procentul de zahăr a scăzut (D. W. Thorne și R. B. Peterson în S.U.A. — S. D. Lîsogorov în U.R.S.S.).

La irigare moderată, crește conținutul de zahăr la sfeclă, morcov, vișin, viță de vie cu 1—2%. La irigarea excesivă, peste optimul de umiditate, scăderea procentului de zahăr nu reduce producția pe unitatea de suprafață.

Conținutul în celuloză, îndeosebi în tulpinile culturilor cerealiere, crește în multe cazuri odată cu sporirea normei de irigație, raportul paie/boabe fiind în favoarea paielor. Cît privește conținutul de grăsimi, cantitatea acestora la irigare crește vizibil la multe culturi oleaginoase: floarea-soarelui, soia etc. Procentul de grăsimi în semințele de floarea-soarelui irigată crește cu 4—5%. Mulți autori au semnalat că irigarea scade conținutul de proteină din grîu, din plantele oleaginoase și din alte plante. Cauza acestui

Scanned with OKEN Scanner

fenomen, de multe ori o constituie combinarea incorectă a regimului de irigare cu sistemul de fertilizare. Aceleași cauze pot provoca creșterea acidității din vișine, mere, struguri etc.

Sinteza grăsimilor din hidrații de carbon se produce mai energic decît sinteza proteinelor. De unde explicația că prin irigare procentul de grăsimi crește. Pentru sinteza proteinelor rămînînd mai puțini hidrați de carbon, procesul de proteine scade. Asupra formării proteinelor concură prezența azotului din sol în perioada umplerii bobului. O fertilizare suplimentară cu azot în această fază duce la obținerea de boabe pline.

Prin fertilizarea cu azot după terminarea creșterii frunzelor, produsele formate în frunze nu pot fi folosite pe loc, în acest caz ele vor circula spre alte organe, ceea ce este foarte important pentru creșterea acumulării substanțelor azotate în bob. În frunzele mai bătrîne predomină întotdeauna hidroliza hidraților de carbon și sinteza proteinelor.

Dezvoltarea plantelor pe etape și nevoia de apă. Trecerea plantelor prin diferite stadii de dezvoltare cere condiții diferite de viață, astfel că și nevoia de apă nu poate fi aceeași în tot cursul perioadei de vegetație.

În viața plantelor, în funcție de fazele de vegetație și stadiile de dezvoltare, apar perioade, relativ scurte, în decursul cărora deficitul de apă se repercutează asupra producției. Perioadele sînt cunoscute sub denumirea de «faze critice pentru umiditate».

Pentru a înțelege specificul fazelor critice se ia în considerare parcurgerea anumitor etape, obligatorii în formarea diferitelor organe vegetative.

Faza de vegetație deschide numai posibilitatea formării unui organ; pentru creșterea lui se cer însă condiții proprii, care la rîndul lor determină forma și mărimea organelor plantei. Seceta are repercusiuni dăunătoare asupra organelor plantei tinere aflate în faza inițială de creștere.

Faza critică pentru umiditate coincide cu epoca de creștere cea mai intensă care se suprapune în general cu faza formării organelor de reproducere. Formarea organelor de reproducere are loc în mai multe etape și anume: diferențierea, formarea organelor reproducătoare, fecundarea și formarea fructului rezultat în urma fecundării. Volumul recoltei nu poate fi condiționat numai de aprovizionarea cu apă în perioada critică. În această perioadă planta este destul de sensibilă nu numai față de apă ci și față de afluxul substanțelor nutritive. Pentru creșterea normală a plantei este necesar ca apa din sol încărcată cu săruri să se deplaseze cu o viteză de cel puțin 0,2—1 mm/h. La plantele producătoare de semințe faza critică pentru umiditate este înfloritul, la plantele producătoare de masă verde, de rădăcini și tuberculi, faza critică pentru umiditate este faza creșterii intense a organelor respective (creșterea părții aeriene la plantele producătoare de masă verde, îngroșarea rădăcinii la plantele rădăcinoase și creșterea tuberculilor la plantele producătoare de tuberculi).

Necesitatea pentru apă a plantelor cultivate se exprimă arbitrar prin cantitatea de apă consumată pentru producerea unei unități de substanță uscată.

Coeficientul de transpirație sau consumul specific se exprimă în kg apă/1 kg substanță uscată din plantă, și este de ordinul sutelor de kg. Raportul este variabil. Numeroși cercetători (Briggs și Shantz, Hauk și Frank, Wollny, Hellriegel, Sorauer) care au studiat coeficientul de transpirație au găsit cifre foarte diferite.

Scanned with OKEN Scanner

Cei mai importanți factori care influențează mărimea coeficientului de transpirație sînt : specia, soiul, condițiile pedoclimatice și agrotehnica aplicată în cursul vegetației.

Coeficientul de transpirație este foarte diferit de la specie la specie ; speciile cu coeficient de transpirație ridicat sînt plante cu capacitate mică de utilizare a apei, iar speciile cu coeficientul de transpirație redus au capacitate mare de utilizare a apei (o folosesc mai economic) (tab. 2.2).

TABELUL 2.2

Coeficientul de transpirație la diferite specii de plante (după H. Olivier)

Specia	Autorii						
	Lawes	Hellriegel	King	Widstone	Leather	Briggs Shantz	Wollny
Grîu	235	359	—	546	554	507	—
Ovăz	—	401	541	—	469	614	665
Orz	258	297	388	—	468	539	774
Porumb	—	—	350	386	337	369	233
Mazăre	235	292	477	843	563	800	416
Cartofi	—	—	423	—	—	448	—
Orez	—	—	—	—	811	—	—
Lucernă	—	—	—	—	—	1 068	—

După coeficientul de transpirație plantele se clasifică în :

— iubitoare de umiditate (hidrofile), ca urmare sensibile la secetă : lucerna, ovăzul, trifoiul roșu, ierburile perene ;

— cu pretenții reduse față de apă (xerofile) : sorgul, grîul, iarba de Sudan, năutul etc. ;

— cu cerințe moderate față de apă (mezofile), majoritatea plantelor agricole, unele apropiindu-se de xerofile : porumbul, mazărea, floarea-soarelui, sfecla de zahăr.

„*Rezistența*“ plantelor față de lipsa apei variază nu numai de la o cultură la alta, ci și de la un soi la altul în cadrul unei specii. La plantele „rezistente“ la secetă se observă celule mici, rețea deasă de fascicole conducătoare de dimensiuni reduse.

Plantele prin acumularea și depozitarea amidonului asigură protejarea celor mai importante sectoare ale țesuturilor la supraîncălzire.

Veștejirea plantelor — chiar temporar — are repercusiuni asupra recoltei. Plantele rezistente la secetă rezistă la deshidratarea excesivă a țesuturilor, asigurînd alimentarea neîntreruptă cu apă prin sistemul radicular și folosind adaptările de protecție contra consumului excesiv de apă.

Rezistența plantelor la secetă apreciată după coeficientul de transpirație nu exclude susceptibilitatea lor la umiditate suplimentară. Unele culturi „rezistente“ la secetă (porumbul, sorgul) pot fi clasate printre plantele avide de apă, judecînd după sporurile mari de recoltă obținute în urma irigației.

Însușirea de rezistență la secetă nu constituie un criteriu la alegerea soiurilor cultivate în condiții de irigare. Accentul trebuie pus pe însușirea unor soiuri de a folosi plusul de apă dat prin irigare, materializat într-o producție cît mai ridicată.

Scanned with OKEN Scanner

Condițiile pedologice în care cresc plantele pot influența în măsură apreciabilă mărimea coeficientului de transpirație. Dintre cele mai importante sînt aprovizionarea cu substanțe nutritive și starea de umiditate a solului. Pe un sol bine aprovizionat cu substanțe nutritive planta transpiră mai puțin, face economie de apă, în timp ce pe un sol sărac planta transpiră mult, face risipă de apă.

Pentru realizarea cantităților necesare de substanțe hrănitoare în condiții naturale, planta trebuie să absoarbă o cantitate mai mare de apă și să elimine mai multă apă în procesul de transpirație.

În funcție de substanțele nutritive, L e a t h e r a găsit următorul coeficient de transpirație la grîu:

— nefertilizat . . . . . .800 kg apă/kg substanță uscată;
— fertilizat cu *N.P.* . . . . . 545 kg apă/kg substanță uscată;
— fertilizat cu *N.P.K.* . . . . . 480 kg apă/kg substanță uscată.

Coeficientul de transpirație nu dă însă indicații asupra consumului de apă pe faze critice. În agricultura irigată interesează consumul zilnic, decadal, lunar și total al culturii respective. Cunoscînd acest consum se poate interveni cu cantități de apă pe cale artificială, încît planta să nu sufere.

2.2. CLIMA CA FACTOR NATURAL CARE DETERMINĂ NECESITATEA IRIGAȚIEI

Factorii meteorologici au o mare influență asupra creșterii și dezvoltării plantelor. Astfel umezeala mai ridicată a aerului micșorează transpirația. Radiația solară, temperatura ridicată și vîntul măresc transpirația plantelor.

Temperatura și umiditatea aerului pot fi atenuate cu ajutorul irigației prin aspersiune. În timpul udării temperatura aerului poate să scadă la 20 cm deasupra solului cu 4—5°C, umezeala relativă poate crește cu 15—20%. Pe această observație se sprijină metoda *udărilor de înviorare (împrospătare)* cu norme mici și repetate la plantele sensibile — în anumite faze de vegetație — la uscăciune și temperatură ridicată a aerului, cum sînt porumbul în timpul mătăsitului, fasolea la înflorit etc.

Acțiunea factorilor meteorologici poate fi atenuată; exemplu: efectul radiațiilor solare poate fi micșorat prin mărirea numărului de plante pe unitatea de suprafață. În acest caz plantele se umbresc reciproc, micșorîndu-și suprafața expusă radiațiilor solare. Cultura intercalată de pomi și căpșuni constituie o soluție economică.

Alături de umezeala aerului, căldura, lumina, precipitațiile au la rîndul lor influență directă asupra necesității irigației. Precipitațiile reprezintă cea mai importantă sursă de umiditate pentru sol și un important indice pentru aprecierea necesității irigației. Ele se caracterizează prin media multianuală foarte variabilă în diferite puncte ale globului, de la practic egal cu zero în climat deșertic, la peste 10 000 mm anual în anumite puncte în zona tropicală. Precipitațiile maxime: Cherrapunj (India) 12 040 mm, iar minime — Pirados (Chile), prima ploaie după 91 ani (1936).

Scanned with OKEN Scanner

Media anuală și multianuală ce caracterizează un anumit teritoriu este formată din date variabile. Abaterile mari față de medie reprezintă secete sau inundații, dar și fluctuațiile mai mici pot avea consecințe hotărîtoare pentru recoltă.

Pentru agricultură în general și pentru irigații în special, cunoașterea repartiției precipitațiilor de-a lungul anului este de o mare importanță. Trebuie cunoscute separat suma precipitațiilor din jumătatea rece a anului și din jumătatea caldă, de la 1.X — 1.IV care s-au numit convențional precipitații de iarnă (*Pi*) și de la 1.IV — I.X precipitații de vară (*Pv*). Totodată trebuie cunoscut, cît din precipitațiile de iarnă se înmagazinează în sol și cît din cele de vară se infiltrează. Media precipitațiilor anuale pentru o regiune constituie un criteriu nesigur de apreciere a necesității irigației și insuficientă pentru determinarea surplusului de apă, necesar a fi dat pentru irigarea culturilor agricole.

Sub 250 mm precipitații anuale nu este posibilă cultivarea plantelor agricole fără irigare, dar nici între 250—500 mm nu se pot realiza condițiile unei agriculturi intensive fără irigație. Precipitații mai mici de 500 mm în țara noastră acoperă peste 20% din suprafață.

Pentru a satisface nevoia de apă a plantelor nu este suficient să se asigure numai cantitatea de apă necesară, ci și modul de repartizare, în funcție de fazele de vegetație, ținînd seamă de faptul că precipitațiile cad majoritatea iarna, sau cad torențial primăvara, că unii ani sînt ploioși, alții secetoși. N. T o p o r a demonstrat că irigația este absolut necesară pe teritoriul țării noastre. În perioada anilor 1881—1961 pe baza datelor înregistrate riguros, caracterizarea climatică și gruparea anilor se prezintă astfel:

— 20% din ani sînt ploioși, din care 5% foarte ploioși, 3,7% excesiv de ploioși și 3,7% excepțional de ploioși;

— 44% sînt secetoși, din care 21% foarte secetoși, 6,2% excesiv de secetoși și 5% excepțional de secetoși.

În perioada analizată n-au fost mai mult de 3 ani consecutiv ploioși, nici mai mult de 4 ani consecutiv secetoși. Anii secetoși și cei ploioși în țara noastră sînt în general grupați. În funcție de regiunile naturale, geografice, numărul anilor agricoli ploioși și secetoși se înscriu astfel:

	Ani ploioși	Ani secetoși
Transilvania	32%	48%
Oltenia-Banat	24%	56%
Muntenia	21%	69%
Moldova	10%	69%
Dobrogea	5%	89%

În majoritatea anilor agricoli sînt 1—2 luni secetoase. Frecvența cea mai mare a perioadelor de secetă este în martie și septembrie. Niciodată lunile secetoase sau ploioase nu au cuprins întreaga suprafață a țării.

Munții Carpați împart teritoriul R. S. România în două regiuni cu climă diferită: jumătatea de nord-vest cu ploi frecvente și jumătatea de sud-est cu ploi puține și cu secete frecvente.

Luînd în considerare precipitațiile, evapotranspirația potențială (ETP) și deficitul de umiditate pentru două culturi, zonele climatice ale țării sînt caracteristice și reclamă necesitatea irigației (tabelul 2.3).

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 2.3

Principalele zone climatice din R. S. România caracterizate prin datele : ETP şi deficitul de umiditate (după M. Botzan)

Zona climatică	Temperatura anuală (°C)	Precipitaţii (mm/an)	ETP (mm/an)	Deficit de umiditate (mm)	
				Porumb	Lucernă
Umedă	4 – 9	1 000 – 600	550 – 700	0 – 150	0 – 300
Subumedă	8 – 11	700 – 450	650 – 750	100 – 250	250 – 400
Semiaridă	10 – 11,5	550 – 350	700 – 800	200 – 300	350 – 500

Importantă este şi clasificarea pedoclimatică în raport cu regimul hidrologic al solurilor care se bazează pe relaţia formulată de Vîsoţki

$$Cu = \frac{P}{E}, \qquad (2.1)$$

unde :

Cu este coeficient de umectare; P — precipitaţii; E — evapotranspiraţie.

Cînd $Cu > 1$ are loc regimul hidrologic percolativ pe tot profilul solului, în tot cursul anului.

Cînd $Cu < 1$ are loc regimul hidrolcgic nepercolativ şi anume spre toamnă apare un deficit de umiditate cu atît mai mare cu cît Cu a fost mai mic vara.

Pentru solurile lutoase şi argiloase mărimea deficitului hidric de toamnă este maxim 150—200 mm, în stratul superior de 1 m. În solurile nisipoase deficitul este mai mic decît pe solurile argilcase cu 48—60 mm, pentru stratul de 1 m şi se acoperă în mod obişnuit în fiecare an. Pe solurile lutoase sau argiloase dacă nu are loc aprovizicnarea suplimentară de la suprafaţă sau din pînza freatică, deficitul de toamnă nu este acoperit în întregime şi apare tipul hidrologic nepercolativ.

Cînd $Cu \approx 1$ în medie pe mai mulţi ani, atunci în anii ploioşi $Cu > 1$, iar în anii secetoşi $Cu < 1$. Aceasta reprezintă tipul pericdic percolativ.

Luînd în considerare numai suma precipitaţiilor, fie medie anuală, sau pe perioade de vegetaţie, nu se pcate stabili cu certitudine mcmentul irigaţiei. Deficitul de umiditate depinde de o serie de factcri : unii metecrolcgici, alţii de natură geomorfolcgică (care determină intensitatea scurgerii apei la suprafaţa solului), iar alţii ce ţin de prcprietăţile hidrofizice (care determină coeficientul de infiltraţie al apei în sol).

Dintre factorii meteorolcgici cei mai impcrtanţi care influenţează mcdul de folosire al precipitaţiilcr de către plantă sînt : temperatura aerului, radiaţia netă şi intensitatea vîntului. Indicele cel mai caracteristic al temperaturii este izoterma de vară care delimitează zonele interesate la irigaţie.

Cu cît temperatura este mai mare cu atît ccnsumul de apă al culturii agricole (transpiraţia, evapcraţia) este mai mare şi gradul de folosire al precipitaţiilor mai mic.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru stabilirea zonelor irigabile este necesar să se confrunte consumul de apă al plantelor cu factorii climatici, în special cu regimul precipitațiilor, în ansamblul condițiilor climatice existente în diferite zone naturale de pe teritoriul țării.

Necesitatea irigației este dependentă și de factorii geomorfologici, pedologici și hidrologici, factorii de zonare cu ajutorul cărora se iau în considerare sau se exclud terenurile cu deficit sau exces de umiditate. Potențialul tehnic irigabil al R. S. România se ridică la 7,4 milioane ha din care economic irigabil sînt numai 5,4 milioane ha. Cea mai mare suprafață economic irigabilă se află în bazinul Siret și Ialomița, circa 1,6 milioane ha.

2.3. FACTORII DE ZONARE A IRIGAȚIEI

Zonarea irigației după factorul climă. În zonele cu precipitații de vară mai mici de 250 mm, practica arată că nu se poate concepe o agricultură intensivă fără irigare. În zonele cu precipitații reduse, vara se întîlnesc temperaturile cele mai ridicate 60—62°C pe sol; dacă la această temperatură ridicată se cumulează și efectul vîntului ce antrenează și ultimele rezerve de apă, se imprimă acestor zone un caracter arid, nefavorabil culturilor agricole.

În Bărăgan media precipitațiilor anuale este de 350 mm; comparată această cifră cu valoarea consumului total mediu de apă al culturilor agricole din cursul unui an, care în Bărăgan este de 750 mm, rezultă un pronunțat bilanț deficitar al apei.

După C. D o n c i u deficitul de apă pentru Cîmpia Bărăganului variază de la circa 300 mm în partea de est și nord-est, pînă la circa 150 mm în zonele de sub dealuri.

Deficitul de apă pe întreg teritoriul țării nostre la trei culturi: grîu, porumb, lucernă, reprezentînd cele trei grupe de plante cu consum de apă mic, mijlociu și mare este următorul:

— grîul are cel mai mic deficit de umiditate, zero, la poalele munților și în depresiunile din nordul Transilvaniei și 190 mm în Delta Dunării.

— porumbul are deficit de umiditate mijlociu, zero, în zona Maramureșului și 490 mm în Delta Dunării;

— lucerna are cel mai mare deficit de umiditate, 770 mm în Delta Dunării și 110 mm la Baia-Mare.

Relieful ca factor de zonare. Față de nivelul actual al tehnicii de irigare, formele de relief interesate la irigare sînt cîmpiile cu pante pînă la 20%. Suprafețele cele mai favorabile pentru irigare sînt Cîmpia Română, inclusiv Cîmpia de vest, Lunca și Delta Dunării. Mai puțin favorabile din punct de vedere orografic sînt Podișul Moldovei (jumătatea de sud a Moldovei), Podișul Transilvaniei și cîmpia colinară din nordul Moldovei.

Celelalte suprafețe interesate la irigație depind de măsura în care cele trei elemente orografice: altitudine, pantă și expoziție sînt sau nu favorabile pentru irigație.

Altitudinea interesează sub aspectul înălțimii de pompare a apei de irigație, considerîndu-se în etapa actuală ca limită economică de pompare înălțimea de 100—150 m.

Scanned with OKEN Scanner

Circa 25% din suprafața economic irigabilă prezintă înălțimea de pompare între 0 și 10 m; 45%, înălțime de pompare între 10 și 30 m și 30%, înălțimea de pompare între 30—100 m.

Solul ca factor de zonare. Solurile prin proprietățile lor fizice și chimice pot uneori să limiteze extinderea irigației. Solurile puternic sărăturate și înmlăștinate nu pot fi irigate decît după punerea lor în valoare în urma aplicării măsurilor ameliorative.

Solurile normale pot fi irigate fără lucrări ameliorative prealabile. Solurile zonale lutoase și azonale aluvionale, cu textura luto-nisipoasă sau lutoasă sînt cele mai favorabile pentru irigație; ele ocupă suprafețe mari în Cîmpia Română, sudul Dobrogei, sudul și nordul Moldovei, în zona vestică a Cîmpiei Tisei și în Podișul Tîrnavelor.

Solurile zonale cu textură fină sau cele azonale aluvionare luto-argiloase sînt mai puțin favorabile pentru irigație, datorită permeabilității scăzute (irigarea se repetă la intervale mici de timp, cu norme mici). Aceste soluri se găsesc în nordul și nord-vestul Cîmpiei Române, în Podișul Moldovei, în depresiunea Jijiei, în Podișul Transilvaniei și în cea mai mare parte din Cîmpia Tisei.

Solurile azonale de dune, adică solurile ușoare cu textură nisipoasă sau nisipo-lutoasă, cu un conținut redus în humus 0,4—3% sînt cele mai interesate soluri la irigație.

Nisipurile în țara noastră ocupă suprafețe însemnate, circa 300 mii ha, îndeosebi în Oltenia, Muntenia, în Delta Dunării și în Banat. Datorită forței de sucție reduse, nisipurile prezintă viteză mare în transferul apei pe care plantele o valorifică economic. Textura grosieră caracteristică acestor terenuri permite exploatarea îndelungată fără apariția pe profilul solului, sub influența irigației, de acumulări de săruri, procese de turbificare etc. Permeabilitatea mare împiedică salinizarea secundară a nisipurilor.

Caracteristicile enumerate definesc nisipurile ca cele mai pretabile terenuri la irigare, deoarece chiar unele greșeli în exploatare — norme mari de irigație — nu se soldează cu implicații în evoluția stratului de sol.

Irigarea nisipurilor prin aspersiune la noi a dat producție de 8 000—9 000 kg/ha porumb și în mod curent două și chiar trei culturi pe an. Darea în exploatare a sistemului de irigație Sadova-Corabia în suprafață de 79 000 ha reprezintă o realizare importantă pe linia valorificării nisipurilor din sudul țării.

Sursa de apă ca factor de zonare. Sursele de apă pentru irigație sînt: apele superficiale (rîurile, lacurile, bălțile), apele reziduale și apele subterane (freatice și de mare adîncime).

Rețeaua hidrologică superficială, în special cea curgătoare, reprezintă sursa cea mai importantă din punct de vedere al volumului de apă disponibil pentru irigație.

Apa rîurilor și a fluviilor are conținut scăzut în săruri 1—1,5 g/l, este bine aerisită, conține 7—14 mg oxigen la litru, de asemenea, este suficient de caldă. Apa din lacuri și bălți este mai puțin potrivită pentru irigare, datorită procentului redus de oxigen și uneori salinității ridicate. Cu cît luciul apei este mai mare, cu atît aerisirea apei din bălți este mai bună și apa mai corespunzătoare pentru irigație.

Apa multor lacuri din Bărăgan are concentrație prea mare de săruri și ca urmare nu poate fi utilizată la irigație; așa sînt lacurile Cricovul Sărat, Balta Amară, Balta Albă ș.a.

Scanned with OKEN Scanner

Izvoarele, care sînt ieşiri naturale ale reţelei hidrografice subterane la suprafaţă, pot fi folosite ca sursă de irigaţie. Avînd în vedere debitul variabil al acestora, ele se folosesc mai puţin pentru culturile de cîmp. În majoritatea regiunilor ţării apa provenită din izvoare este captată şi folosită pentru suprafeţe mici în grădinărie.

În ordinea importanţei pentru irigaţie, rîurile ţării noastre se înscriu astfel: Siretul, Oltul, Mureşul, Argeşul, Prutul, Bistriţa, Ialomiţa, Someşul, Crişurile, Jiul, Timişul.

Din studiile făcute se poate spune că în prezent volumul de apă necesar irigării celor peste 5,4 milioane ha poate fi satisfăcut astfel:

— Dunărea	circa 1,9 milioane ha
— Rîurile din sudul şi sud-estul ţării în regim natural şi regularizat	circa 2,8 milioane ha
— Rîurile din vestul ţării în regim natural şi regularizat	circa 0,76 milioane ha
	Total 5,46 milioane ha

Reţeaua hidrografică a ţării are o dispoziţie radiară faţă de lanţul Carpaţilor, iar lungimea ei pe km² se exprimă prin raportul:

$$D = \frac{\Sigma L}{S} \qquad (2.2)$$

unde:

D este desimea reţelei; L — lungimea tuturor cursurilor de apă permanente în km; S — suprafaţa bazinului în km².

De obicei, desimea reţelei hidrografice se clasifică în: foarte mare, peste 1 km/km²; mare, peste 0,6—1,0 km/km²; mijlocie, peste 0,06—0,3 km/km².

În R. S. România reţeaua hidrografică în interiorul Carpaţilor este de 0,56 km/km², iar în exterior de 0,43 km/km².

Dobrogea nu este inclusă în această reţea, ea aparţine în mod expres bazinului hidrografic al Dunării.

Apa subterană constituie o importantă sursă de irigaţie pentru zonele unde apa de suprafaţă lipseşte. Aceasta prezintă următcarele avantaje:

— nu răspîndeşte seminţe de buruieni;

— are debite constante;

— face posibilă scăderea nivelului pînzei de apă şi ca urmare drenarea solurilor;

— lungimea reţelei de aducţiune este mai scurtă şi deci pierderile de apă mai reduse, iar investiţia iniţială mai mică.

În India se irigă cu apă subterană peste 5 milioane ha, iar în S.U.A. suprafaţa irigată cu apă subterană reprezintă 27,2% din terenurile amenajate. Unele suprafeţe salinizate din S.U.A., după o perioadă de exploatare a apei subterane pentru irigaţii n-au mai necesitat lucrări de drenaj pentru combaterea salinizării secundare a solului.

În R. S. România asemenea situaţii se întrevăd ca posibile în zona de ieşire a apei freatice şi în luncile rîurilor din Cîmpia Română la est de Argeş. Exploatarea pentru irigaţii a apei subterane va avea un efect drenant asupra apei freatice din zonele limitrofe.

Nivelul apei freatice limitează uneori posibilitatea aplicării irigaţiei. În Japonia, Algeria, India, Israel, Italia, se irigă suprafeţe însemnate cu apă

Scanned with OKEN Scanner

freatică scoasă de la 5—7 m din puțuri cu diametrul de 1,5 m. În multe cazuri se ajunge la 250— 300 m adîncime, ca în Italia, S.U.A. (Texas) etc. În Algeria la Oran se extrag 800 l/s de la adîncimea de 75 m.

Pe nisipurile din S.U.A., statul Kansas, se pompează din apa freatică peste 50 l/s.

În R. S. România în lunca Călmățuiului, Argeșului, la sud de Pitești, apa freatică din stratul al doilea se află la adîncimea de 50 m. Luîndu-se în considerare puterea ascensională a acestui strat, revine pentru aspirație 3—6 m înălțime. Studiile și forările recente nu dau debite mai mari de 4 l/s. Exploatarea unui asemenea puț asigură apa de irigație necesară la circa 10 ha.

Cînd apa freatică se găsește aproape de suprafața solului, cum este cazul solurilor salinizate sau înmlăștinate, irigarea constituie o măsură nerațională. Aceste soluri trebuie în prealabil ameliorate prin lucrări de drenaj, combinate cu diferite alte măsuri ameliorative pentru coborîrea nivelului apei freatice. Numai după aceea se pune problema irigației. Cînd apa freatică se găsește la adîncimea de 2—5 m (cazul solurilor freatic umede), irigarea este o măsură rațională dacă odată cu lucrările de amenajare pentru irigare se execută și o rețea de drenaj. Pentru prevenirea eventualei creșteri a nivelului freatic se iau următoarele măsuri ameliorative: combaterea pierderilor de apă pe canale; reducerea normelor de irigație; folosirea irigației prin aspersiune.

Cînd nivelul apei freatice se găsește la o adîncime mai mare de 5 m, influența apei freatice nu se resimte asupra solului și prin urmare nu modifică regimul de irigație al culturilor agricole.

Luînd în considerare nivelul apei freatice ca factor de zonare al irigației, se constată că majoritatea unităților naturale de sol interesate la irigație prezintă pînza freatică la o adîncime de peste 5 m, iar mineralizarea este redusă. Excepție fac unele zone ca: lunca și Delta Dunării, Bărăganul central și nordic, Cîmpia Crișanei (unde irigarea este condiționată de combaterea proceselor de salinizare și înmlăștinare).

Capitolul 3

RELAȚIILE SOLULUI CU APA ȘI PLANTA

3.1. PRINCIPALELE ÎNSUȘIRI FIZICE ALE SOLULUI CARE AU INFLUENȚĂ ASUPRA UMIDITĂȚII

Solul este un corp natural, eterogen, polidispers, structurat și poros alcătuit din fază solidă, fază lichidă și fază gazoasă. În mod legic cele trei faze prin interacțiunile lor amplificate de prezența animalelor și microorganismelor care îl populează, îi imprimă o serie de însușiri ce-l deosebesc de alte corpuri în relațiile cu apa.

Scanned with OKEN Scanner

Irigația — fiind metoda artificială prin care se previne deficitul de umiditate din sol — se bazează pe cunoașterea însușirilor fizice și legilor ce influențează distribuția, înmagazinarea, scurgerea și evaporarea apei din sol.

Forțele intermoleculare sînt în mare măsură determinate de textura și structura solului. Contactul strîns dintre particulele de sol și pelicula de apă este rezultatul unor forțe de atracție de mare importanță teoretică și practică în reținerea apei.

Textura solului. Forma și mărimea particulelor de sol este cunoscută prin noțiunea de textură. În funcție de mărimea diametrului particulelor, aceasta se clasifică astfel: pietriș, particule cu diametrul >1,00 mm; nisip, particule cu diametrul 0,5—1,00 mm; praf fin, particule cu diametrul 0,002—0,5 mm; argilă, particule cu diametrul < 0,002 mm.

Toate solurile sînt formate din aceste particule, dar în diferite raporturi de amestec. În funcție de predominanța unei categorii de mărimi de particule, solurile se clasifică în: nisipoase, lutoase, argiloase. Textura solului influențează în mare măsură infiltrația apei prin sol, circulația aerului și indirect procesul de transformare biochimică din stratul arabil.

Modificarea texturii solului nu se poate face rapid prin măsuri practice și economice. Ea se modifică lent — în timp — prin procesul de solificare și prin irigare îndelungată; stratul arabil se îmbogățește treptat în particule fine și ca urmare raportul dintre cele trei categorii de mărimi (nisip, praf, argilă) se modifică foarte mult.

Sufoziunea este transportul particulelor fine din stratul de sol în subsol prin mișcarea de infiltrație a apei.

Sufoziunea poate fi: *externă*, la suprafața solului independent de direcția curgerii apei în raport cu suprafața solului și direcția de antrenare a particulelor; *internă*, în interiorul unui strat de sol; *de contact*, care se produce la contactul a două straturi de pămînt cu texturi diferite.

Structura solului. Solurile care au o textură relativ uniformă au comparativ spații mari între particule. Existența particulelor de textură diferită favorizează gruparea lor în agregate și astfel volumul spațiului ocupat este limitat.

În solurile nisipoase structura este foarte puțin conturată.

Excesul irigației, arăturilor și altor lucrări pe solurile structurate tinde să distrugă această însușire. O structură favorabilă pe solurile grele are mare importanță în mișcarea apei și a aerului necesar activității microbiologice și ca urmare asupra creșterii plantelor cultivate. Cele mai importante măsuri practice ce trebuie respectate pentru a se menține un grad cît mai bun de structurare, sînt următoarele:

— alternanța adîncimii arăturii de la an la an;

— afînarea solului înainte de semănat și irigat (măsuri ce accentuează procesul oxidativ);

— readucerea și distribuirea materialului organic exportat de pe unitatea de suprafață;

— rotația cu plante amelioratoare (leguminoase);

— reducerea numărului de prașile și a altor lucrări, la minimum de operații

În prezent mașinile agricole execută la o singură trecere mai multe operații asupra solului ca: discuit, semănat, tăvălugit. În felul acesta tasarea solului prin mai multe treceri ale tractorului se înlătură și structura nu se distruge în procent însemnat.

Scanned with OKEN Scanner

Densitatea reală (ρr). Densitatea particulelor de sol reprezintă o mărime scalară și se definește ca raport de masă al unei singure particule de sol față de un volum de apă, egal cu volumul particulei de sol. Matematic aceasta poate fi calculată din raportul: masa particulelor de sol uscat la 105°C, supra volumul real al particulelor în care:

$$\rho r = \frac{m}{V} = g/cm^3 = 1000\ kg/m^3, \qquad (3.1)$$

unde: m este masa particulelor de sol uscat la 105°C; V — este volumul particulelor de sol (volum real).

Densitatea aparentă (ρa). Se definește ca raport între masa volumului de sol uscat la 105°C și volumul ocupat de sol în structură naturală (volumul aparent). Se exprimă în g/cm^3; t/m^3. Este o mărime scalară determinată de structura și textura solului analizat.

$$\rho r > \rho a = \frac{\text{masa sol uscat}}{\text{volum aparent}} = \frac{g}{cm^3} = 1000\,\frac{kg}{m^3} \qquad (3.2)$$

La probele recoltate în stare umedă pentru determinarea densității aparente (ρa) se observă în urma uscării o reducere a volumului care poate ajunge pînă la 30%. Chiar și la probele prelevate la umiditatea corespunzătoare capacității de cîmp trebuie corectat volumul.

Cunoscînd densitatea aparentă (ρa) putem calcula cantitatea de apă ce se dă la o udare. Pe locurile tasate densitatea aparentă crește și ca urmare porozitatea scade.

Porozitatea (*spațiul lacunar*). Marea diferență ce există între forma și mărimea particulelor de sol determină un anumit fel de grupare al particulelor mici față de cele mari. Din modul de dispunere al particulelor rezultă structura și porozitatea solului.

În general solurile cu textură grosieră au porozitatea mai mică decît solurile cu textură mijlocie sau fină și bine structurate. Pe solurile irigate, obișnuit, porozitatea variază de la 35—55%. Determinarea procentuală a porozității se face după formula:

$$P = \left(1 - \frac{\rho a}{\rho r}\right) \cdot 100, \qquad (3.4)$$

în care: P este porozitatea în procente; ρa densitatea aparentă; ρr densitatea reală.

Termenul de porozitate, echivalent spațiului lacunar, este folosit mult în mecanica solului. Spațiul lacunar are rol de seamă în ridicarea fertilității solului, deoarece influențează capacitatea de reținere a apei, mișcarea aerului, a apei și facilitează pătrunderea rădăcinilor în sol. Cînd spațiul lacunar se reduce numai cu 10%, mișcarea aerului, a apei și a rădăcinilor este mult stînjenită și creșterea plantelor afectată.

Prin creșterea procentului de material argilos reacțiile oxidative sînt mai puține, în schimb se dezvoltă cele reductive. Electronii fiind reactanți esențiali în reacțiile anorganice, organice și biochimice, potențialele din sistemele biologice au fost ușor măsurate. Limita condițiilor de oxidare din sistemele apoase este marcată de oxidarea apei pînă la O_2; iar limita condițiilor de re-

Scanned with OKEN Scanner

ducere este dată de reducerea ionului de H pînă la H_2. Dimensionarea procesului se realizează prin potențialul redox (rH). Făcînd analogie cu pH$=-\lg(H)$, potențialul redox $rH=-\lg(H_2)$. Pentru temperatura apropiată de 25°C valcarea indicelui (rH) se calculează din ecuația:

$$rH=\frac{E}{29}+2\,p\text{H}, \tag{3.3}$$

în care: E este diferența de potențial măsurată în volți; pH — valcarea reacției mediului cercetat.

Echilibrul sau neutralitatea între presiunea (O_2) și a (H_2) se observă la o valcare $rH\approx27$. Indicele (rH) pe soluri bine structurate, aerisite ajunge la 30 iar pe solurile îndesate $rH<20$.

Din cercetările a diferiți autori rezultă că cea mai mare parte a solurilor sînt relativ puțin reducătcare, excepție fac solurile gleice unde rH-ul coboară sub valoarea 20.

Raportul Fe^{++}/Fe^{+++} din sol este în funcție pe de o parte de valorile pH, iar pe de altă parte de diferența de potențial a mediului (E). Cele mai bune recolte se obțin pe solurile care au potențialul redox mijlociu, în timp ce pe solurile cu potențialul redox scăzut sau prea ridicat, care demonstrează o anaerobicză sau aerobicză excesivă, recoltele sînt scăzute.

La norme mari de udare pe profilul solului se creează condiții de anaerobicză cu potențial redox scăzut, care conduce de regulă la acumularea unor substanțe minerale nocive (mangan mobil, aluminiu mobil etc.) care frînează creșterea și dezvoltarea plantelor. Regimul de udare bine condus, cu norme mici la intervale scurte, evită acest fenomen.

Pe baza cunoașterii porozității solului se poate determina indirect capacitatea de saturație a solului cu apă (Cs) după relația:

$$Cs=\frac{P}{\rho a}, \tag{3.5}$$

unde: P este porozitatea în %.

Diminuarea porozității în agricultura irigată se datorează tasării prin sedimentarea și așezarea solului după fiecare udare. Limita între macro și microporozitate este dependentă de variația diametrului porilor.

Porii cei mai groșieri cu diametrul mai mare de 50 μ sînt supuși pe profil la modificări substanțiale. Menținerea lor în stare bună sub raport dimensional cît și procentual, se poate face prin introducerea de material organic anual în cantitate de cel puțin 5 t/ha ca substanță uscată.

3.2. RELAȚIILE SOLULUI CU APA

În agricultura irigată relația sol-apă impune un control permanent a umidității din sol. Înțelegerea și interpretarea relației trebuie bazată pe principiul pătrunderii controlate a apei în sol, pe mișcările și pe forțele cu care apa este atrasă de particula de sol.

Cele mai importante însușiri hidrice ale solului irigat sînt: infiltrația, filtrația, permeabilitatea, capilaritatea.

Scanned with OKEN Scanner

3.2.1. INFILTRAȚIA

Cuprinde toate mișcările apei în interiorul solului în timpul udării și ploii. Mișcările care se produc după udare se numesc redistribuiri. Fenomenul de redistribuire se datorează proprietăților solului cît și gradientului de umiditate. Forța de sucție a solului poate fi zero în primul cm de sol de la suprafață, la scurt timp după umezire și poate fi foarte mare în stratul inferior neumezit. Această diferență de sucție la care se adaugă și forța de gravitație determină mișcarea apei în solul nesaturat.

După cîteva ore de la începerea irigației diferența de sucție între stratul inferior și superior se micșorează și gravitația devine forță dominantă ce determină mișcarea descendentă a apei.

Descreșterea infiltrației în raport cu timpul de umezire duce la două noțiuni distincte — infiltrația inițială (v_i) și infiltrația finală (v_f).

Pe solurile cu textură fină, infiltrația este înceată durînd cîteva zile. Solurile cu infiltrație medie sînt cele mai propice agriculturii irigate. Infiltrația se exprimă prin viteza de infiltrație în cm/s, cm/h.

Viteza inițială de infiltrație are loc prin solul „uscat" deci prin interfața aer-sol. Viteza finală de infiltrație corespunde porțiunii stabilizate a curbei de infiltrație și se mai numește și coeficient de infiltrație pe care îl notăm cu (v_f). Acest indice nu trebuie confundat cu conductivitatea hidraulică (k), indice caracteristic solului saturat. Saturarea cu apă în cazul coeficientului de infiltrație (v_f) este de numai 80%.

Fenomenul infiltrației se desfășoară după legea lui D a r c y însă în forma generalizată de L. A. R i c h a r d s:

$$v = Kw \cdot i, \tag{3.6}$$

unde: v este viteza de infiltrație în cm/secundă; Kw egal cu (v_f), adică conductivitatea hidraulică în mediu nesaturat și este o funcție a conținutului de umiditate; i — gradient hidraulic din raportul $\frac{\Delta h}{\Delta l}$.

Caracteristicile fenomenului de infiltrație (sol nesaturat). În toate metodele de irigație — cu excepția metodei subterane — apa se aplică la suprafața solului, este înmagazinată, pentru ca mai tîrziu să fie folosită de plante. Pe solurile cu textură fină, excesiv lucrate și cu un început de salinizare, pătrunderea apei se face foarte greu și este condiționată de factorii: înălțimea H_2O pe suprafața solului, temperatura apei și a solului, substanța organică, textura, structura și umiditatea. Straturile inferioare uneori mai tasate, forma și mărimea brazdei întîrzie pătrunderea apei în adîncime.

Infiltrația apei în cîmp variază nu numai de la un punct la altul ci chiar într-un punct dat, în funcție de direcția mișcării apei prin sol. Solurile care au în partea inferioară a profilului un strat cu textură grosieră reține cu 50...60% mai multă apă asimilabilă decît solurile similare care nu au un asemenea strat. În nisipuri viteza de infiltrație este mare, circa 25 cm/h, iar pe solurile mijlocii cu structura distrusă prin greșeli de exploatare, infiltrația poate fi zero.

Diferențele de infiltrație sînt foarte mici în următoarele situații:
— cînd solul se apropie de saturare,
— în lunile reci mai curînd decît în cele calde;
— între două prașile;

Scanned with OKEN Scanner

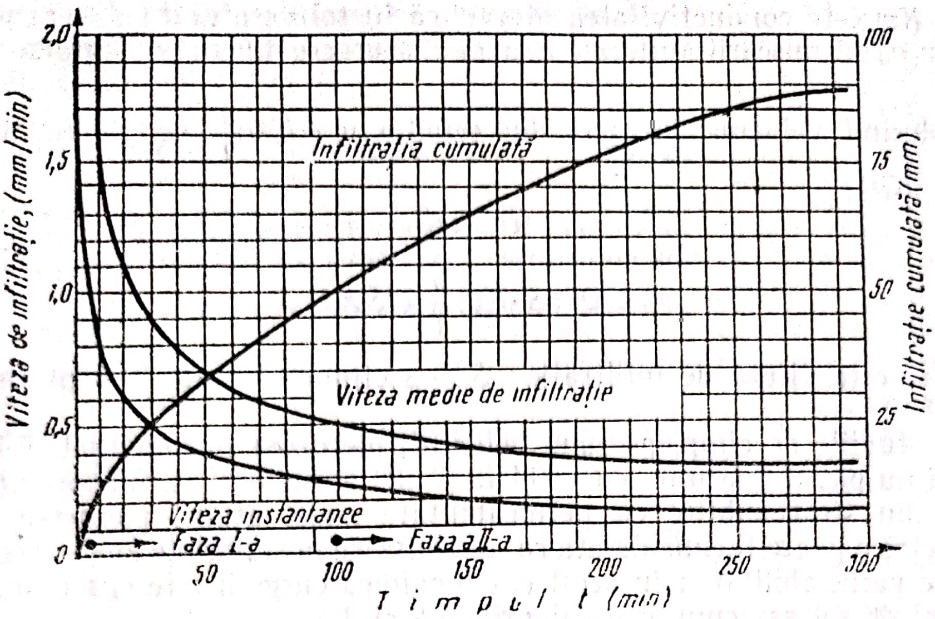


Fig. 3.1. Diagrama infiltrației.

Nisipurile adînci și solurile spălate au viteză constantă de infiltrare chiar înainte de saturare.

Calitatea apei de irigare prin conținutul, calitatea sărurilor și turbiditate are o mare influență asupra vitezei de infiltrație. Cînd raportul Na/Ca este crescător, viteza de infiltrație scade și invers, cînd raportul Na/Ca este descrescător.

Viteza de infiltrație variază în sens invers cu timpul (fig. 3.1) și se poate calcula după relația exponențială:

$$v = a \cdot T^n, \tag{3.7}$$

în care: v este infiltrația apei în mm/h în timpul T; a o constantă reprezentînd viteza instantanee în cazul cînd $T = 1'$; n panta curbei de infiltrație care pentru majoritatea solurilor are o valoare negativă cuprinsă între 0 și 1.

Cînd observațiile se fac pe un timp mai îndelungat relația devine:

$$v = a \cdot T^n + b, \tag{2.8}$$

întrucît n este negativ, v descrește cu creșterea timpului T.

Totuși v se va apropia de o valoare constantă, b, cu creșterea timpului. Viteza de infiltrație a apei în brazdele sau fîșiile de udare reprezintă un parametru esențial în tehnica irigației în sensul că numai prin măsurători experimentale se poate aplica o udare uniformă.

Măsurarea și exprimarea infiltrației prin viteza de infiltrație (v_i) *și debit de infiltrație* (Q). În sistem static, infiltrația pe solurile nesaturate variază foarte mult.

La determinarea vitezei de infiltrație (v_i) se pleacă de la ecuația lui L. A. Richards.

$$v_i = Kw \cdot \frac{h}{l} = KwI = Kw \cdot i, \tag{3.9}$$

unde: Kw este conductivitatea hidraulică în sol nesaturat; I — panta hidraulică în cazul mișcării uniforme a apei și scurgere liberă; i — gradient hidraulic.

Folosind valoarea lui (v_i) din ecuația $v_i = Kw\frac{h}{l}$ se poate determina debitul (Q)

$$Q = v_i \cdot S,$$

sau:

$$Q = S \cdot Kw\frac{h}{l} = SKI, \qquad (3.10)$$

unde: v_i este viteza de infiltrație; S — secțiunea la unghi drept în direcția curgerii.

În studiile de cîmp, pe solul nelucrat, pierderea în potențial și lungimea curgerii nu pot fi măsurate cu precizie și nici economic. Dacă suprafața solului constă din strat subțire cu permeabilitate mică, atunci pierderea înălțimii piezometrice poate fi considerată ca distanța de la suprafața apei către subsolul cu mare permeabilitate; în acest caz lungimea curgerii este egală cu grosimea stratului de sol așa cum arată figurile 3.2 și 3.3.

Aplicînd ecuația curgerii apei după D a r c y, pentru determinarea lui Kw, în laborator, prin infiltrometru cu presiune constantă se ajunge la formula:

$$(K),\ Kw = \frac{Q \cdot L}{S \cdot h_L}, \qquad (3.11)$$

în care: (K), Kw este conductivitatea hidraulică în sol saturat și nesaturat; Q — debit; S — secțiunea prin care are loc curgerea; L — grosimea stratului de sol; h_L — înălțimea piezometrică[1].

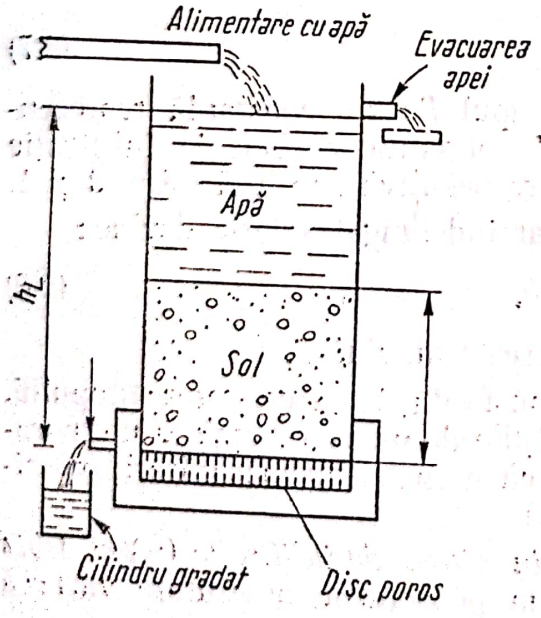


Fig. 3.2. Infiltrometru cu presiune constantă:
hL — înălțimea coloanei de apă+sol.

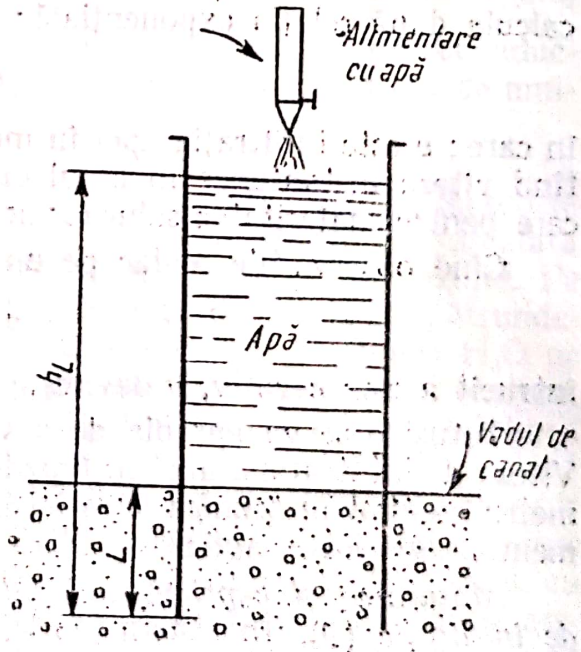


Fig. 3.3. Infiltrometru cu presiune variabilă:
hL — înălțimea coloanei de apă+sol;
L — grosimea stratului de sol.

[1] Presiunea lichidului printr-un punct.

Pe solurile grele saturate se folosește infiltrometrul cu presiune variabilă (fig. 3.4), care măsoară conductivitatea hidraulică (K).

$$K=\frac{2{,}3\ L}{t}\cdot\frac{a}{A}\cdot lg\cdot\frac{h_1}{h_2}, \qquad (3.12)$$

în care: h_1 și h_2 — înălțimea inițială și finală în tubul de sticlă; t — intervalul de timp; L — stratul de sol umezit; $\frac{a}{A}$ — raportul între suprafața tubului de sticlă și cilindru $=\left(\frac{1}{100}\right)$.

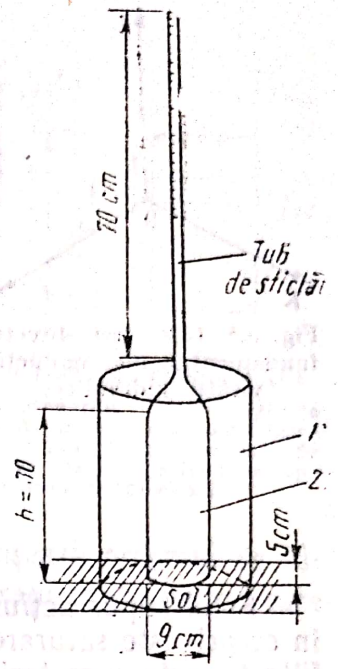


Fig. 3.4. Infiltrometru cu tub de sticlă pentru determinarea conductivității hidraulice (K):

1 — cilindru exterior cu diametrul de 22 cm; 2 — cilindru infiltrometru propriu-zis.

Între textură și viteză de infiltrație, *Schlitchter* a demonstrat că există o strînsă relație:

$$v=0{,}0771\,\frac{D^2}{R}\ (\text{m/s}), \qquad (3.13)$$

în care: R este condiționat de volumul porilor (porozitatea) și rezultă din tabelul 3.1.

În sistem dinamic, solurile în mod natural prezintă pante mai mari sau mai mici. Precipitațiile și apa de irigare vin în contact cu solul sub un anumit unghi, moleculele de apă datorită energiei potențiale se vor rostogoli pe suprafața solului cu viteză diferită imprimată și amplificată cu mărimea pantei. Cînd apa se scurge pe o suprafață de teren, simultan se și infiltrează. Viteza de înaintare a unei pînze de apă în acest caz va fi:

$$v=n\cdot h\sqrt{I}\quad\text{sau}\quad v=n'\sqrt{hI}, \qquad (3.14)$$

unde: n este coeficientul de viteză (cu dimensiuni T^{-1}). Valorile lui n sînt: 20 pentru fîneață cosită, 10 pentru fîneață răsărită și 5 pentru fîneață veche; h — grosimea pînzei de apă la intrarea în brazdă; I — panta terenului; n' — are aceeași semnificație cu (n) dar cu valorile, 4—5 pentru fîneață cosită, 2 pentru fîneață încolțită și 1 pentru fîneață veche.

În realitate în mișcarea uniformă panta pînzei de apă este neglijabilă față de panta terenului (I) și atunci caracteristicile terenului se grupează într-un singur termen:

$$n\sqrt{I}=\alpha,\ \text{atunci}:\ v=\alpha\cdot h$$

TABELUL 3.1

Variația lui (R) în funcție de porozitate (P)

P=0,25	0,28	0,30	0,32	0,43	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44
R=84	66	52	42	35	29	24	20	17	15

D — este diametrul grăunciorilor de nisip în mm.

Scanned with OKEN Scanner

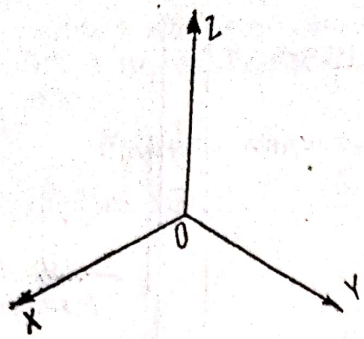


Fig. 3.5. Cele trei direcții fundamentale ale conductivității hidraulice.

Relația arată că viteza este proporțională cu grosimea pînzei de scurgere în acel punct.

În irigație este de dorit ca viteza de infiltrație să nu scadă. Solurile fiind anizotrope, conductivitatea hidraulică (K) nu este o mărime scalară bine definită de un singur număr într-un punct dat al solului, ci este o mărime vectorială, adică într-un punct valoarea sa depinde de direcția firelor de apă (fig. 3.5).

În principiu este necesar a se măsura în acest punct cele trei valori Kx, Ky și Kz ale conductivității hidraulice în cele trei direcții fundamentale (fig 3.5).

3.2.2. FILTRAȚIA

Solul supus acțiunii de umezire prezintă în funcție de timp variații, atît în ce privește saturarea cu apă, cît și viteza de mișcare a apei. Fenomenul de filtrație este caracteristic solului saturat. Reducerea vitezei de infiltrație corespunde cu începutul filtrației. Intervalul de timp între cele două fenomene infiltrație-filtrație este determinat de textura solului și variază de la 2 pînă la 5 ore.

Mișcarea apei pe verticală în cazul filtrației este sub influența forței de gravitație (forța dominantă). Viteza de mișcare pe verticală este guvernată de Legea lui D a r c y :

$$v = -k \cdot \frac{h}{l} \qquad (3.15)$$

unde v este viteza «aparentă» de curgere a apei în sol ;

K — conductivitatea hidraulică a mediului saturat cu apă ; $\frac{h}{l}$ — gradient hidraulic.

Semnul negativ arată că mișcarea se produce în direcția descreșterii potențialului. Viteza de curgere a apei prin sol este viteza aparentă ; ea rezultă din raportarea debitului de apă filtrat la secțiunea de filtrare (inclusiv particulele de sol). Avînd în vedere că apa circulă numai prin porii solului și dacă (P) este porozitatea mediului, viteza medie reală (v') în direcția AB se determină din ecuația :

$Q = vS = v'S'$ (S' fiind secțiunea medie liberă) ; din raportul celor două secțiuni (fig. 3.6) se obține porozitatea :

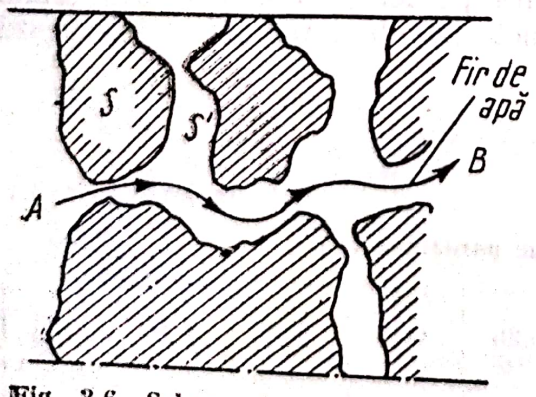


Fig. 3.6. Schema ipotetică a mișcării apei prin porii solului :
AB — direcția firului de apă ; S — secțiune prin faza solidă ; S' — secțiune medie liberă.

$$\frac{S'}{S} = P \text{ și } S' = SP$$

introducînd în relația $vS = v'SP$, $v' = \frac{vS}{SP} = \frac{v}{P}$. (3.16)

Viteza (v') este totuşi inferioară vitezei reale (v), deoarece fenomenul de curgere nu este uniform în interiorul porilor; apa în mişcare înconjcară particulele de sol mărindu-şi drumul parcurs, iar volumul real accesibil apei în mişcare este inferior volumului integral al porilor (o parte din apă fiind strîns legată, nu se deplasează).

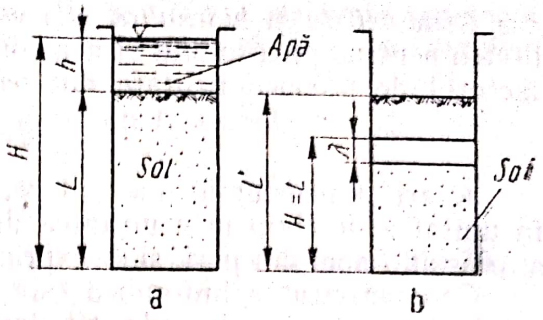


Fig. 3.7. Infiltraţia apei în sistem static: H – diferenţa de potenţial; L — lungimea drumului parcurs de curentul de apă între două puncte; h — înălţimea coloanei de apă; λ — înălţimea maximă atinsă de apa de saturaţie în circuitul capilar.

Gradientul hidraulic (i) se defineşte ca raport între diferenţa de potenţial (H) şi lugimea drumului (L) parcurs de curentul de apă între două puncte considerate.

Un sol supus acţiunii unui curent de apă îşi declanşează procesul de filtraţie la un gradient critic, adică la valoarea minimă a gradientului pentru care se produce antrenarea hidrodinamică.

Aplicînd legea lui D a r c y pentru orice orientare a curgerii, de fiecare dată mărimea gradientului hidraulic diferă ca valoare.

Astfel în cazul unei coloane verticale de pămînt cînd nivelul apei depăşeste suprafaţa acestuia, raportul $\frac{H}{L}$ reprezintă mărimea căderii presiunii pe unitatea de lungime şi expresia $\frac{H}{L}=i$, este denumită mărimea gradientului de presiune (fig. 3.7, *a*).

Din contră, cînd $\frac{H}{L}=i$ este egal cu 1 sau mai mic, adică deîndată ce la partea superioară a solului saturat nu mai avem coloană de apă (fig. 3.7, *b*), i reprezintă numai presiunea coloanei de apă cuprinsă în colcana de sol, iar gradientul hidraulic este subunitar deoarece H este diminuat cu (λ) care reprezintă înălţimea maximă atinsă de apa de saturaţie în circuitul capilar (în acest caz $K=v$):

$$i=\frac{H-\lambda}{L}=\frac{H-\lambda}{H}=1-\frac{\lambda}{H}<1 \qquad (3.17)$$

Gradientul hidraulic fiind un raport de lungime este o mărime adimensională.

3.2.3. PERMEABILITATEA

Permeabilitatea, în sens calitativ, este una din cele mai importante însuşiri ale solului — în general a mediilor poroase — care permit circulaţia fluidelor (apei, aerului etc.) prin porii lor. Un sol poate fi permeabil în anumite condiţii şi impermeabil în altele.

Diferenţa esenţială dintre infiltraţie, filtraţie şi permeabilitate constă în aceea că permeabilitatea nu ţine seama de panta hidraulică.

Scanned with OKEN Scanner

Conductivitatea hidraulică (K) este indicele care caracterizează permeabilitatea pentru apă a solului și a mediilor poroase, reprezentînd în același timp factorul de proporționalitate din *relația lui Darcy*.

$$v = K \cdot i \qquad (3.18)$$

K are dimensiunile unei viteze, definită prin cantitatea de apă ce trece în unitatea de timp prin unitatea de suprafață în cazul unui gradient unitar al presiunii apei din pori, și se exprimă în cm/s.

Conductivitatea hidraulică este o mărime constantă în raport cu gradientul hidraulic, dar depinde atît de proprietățile mediului filtrant (porozitate, dimensiunile porilor, mărimea și forma particulelor) cît și de proprietățile fluidului care filtrează (densitate, vîscozitate).

Raportul $\frac{K}{\Delta l}$ sau $\frac{K_W}{\Delta l}$ scoate în evidență conductivitatea pentru apă a porțiunii Δl din teren, iar mărimea inversă $\frac{\Delta l}{K_W}$ sau $\frac{\Delta l}{K}$ arată rezistența porțiunii din teren la circulația apei, sau impedanța sa.

3.2.4. CAPILARITATEA

Această însușire implică forțe moleculare localizate în legăturile dintre cele trei faze ce compun masa solului (solid-gaz-lichid).

Prin diferența de sucțiune ce se manifestă pe profilul solului, apa din pînza freatică se ridică la o anumită înălțime. Fenomenul de ridicare a apei de la nivelul freatic se poate observa într-un puț forat. Suprafața apei din puț reprezintă oglinda apei freatice. De la oglinda apei freatice în sus pe profil, umiditatea scade treptat. Stratul de sol cuprins între oglinda apei și limita în care stratul de sol prezintă umiditate constantă se numește franj capilar.

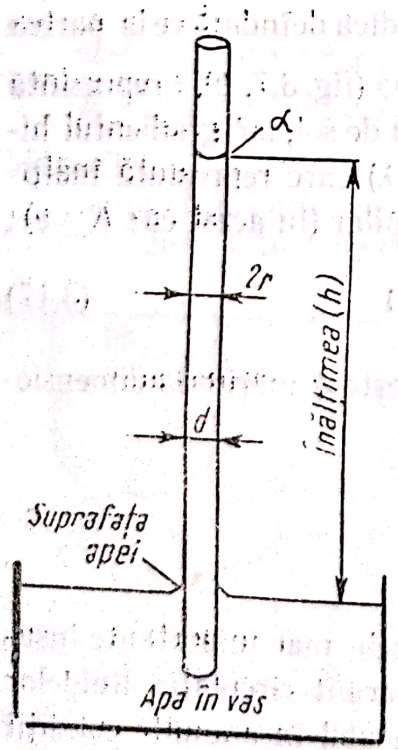


Fig. 3.8. Ascensiunea capilară în tubul de sticlă: d — diametrul tubului de sticlă; r — raza tubului; α — unghiul de menisc.

Capilaritatea solului se exprimă prin înălțimea de ridicare a apei (înălțimea franjului capilar).

Exemplu: cînd forța ascendentă (F_a) = forța descendentă (F_d), apa este în echilibru. La ascensiunea apei în tub, contactul unghiului (α) dintre apă și peretele de sticlă al tubului se consideră zero. Forța ascendentă (F_a) este egală cu circumferința tubului înmulțită cu tensiunea superficială a apei; iar forța descendentă (F_d) este egală cu volumul apei înmulțit cu greutatea specifică:

$$F_d = F_a\,;\quad h\pi r^2\gamma = 2\pi r T$$

prin reducere, $rh\gamma = 2\,T$, din care se deduce că:

$$h = \frac{2T}{r\gamma}\,, \qquad (3.19)$$

în care: F_a este forța ascendentă; F_d — forța descendentă; r — raza capilarului; γ — greutatea specifică; T — tensiunea superficială.

Înălțimea (h) (fig. 3.8) reprezintă înălțimea la care se va ridica apa într-un tub capilar cu raza

Scanned with OKEN Scanner

(r) la tensiunea superficială a apei (T). Porii din solurile nesaturate, analog tuburilor capilare din fig. 3.8, dezvoltă meniscuri concave și forța de sucție mișcă apa.

Cînd greutatea specifică a apei (γ) este egală cu 1, atunci:

$$h = \frac{2T}{r} = -p$$

Înlocuind în relația 3.19, pentru tensiunea superficială a apei $T=75{,}6$ dyne/cm și greutatea specifică $\gamma=980$ dyne/cm³, formula 3.19 devine:

$$h = \frac{2 \cdot 75{,}6}{980 \cdot r} = \frac{0{,}15}{r} \text{ (cm)} \qquad (3.20)$$

Această ecuație exprimă ascensiunea apei, în cm, prin tubul capilar de rază (r) la temperatura de 4°C.

Aplicînd același raționament din ecuația fundamentală, $h = \frac{2T}{r}$, la solurile ideale în care tuburile capilare în secțiune transversală sînt triangulare, Keen arată că înălțimea maximă de ridicare a apei, în cm, este dată — aproximativ — de ecuația:

$$h = \frac{0{,}75}{r} \qquad (3.21)$$

în care:

h — este ascensiunea în sol; r — raza și d — diametrul particulelor de sol în mm. În sol mărimea porilor este foarte diferențiată. În acest caz înălțimea reală la care apa se ridică la un moment dat în sol prin acțiunea capilarelor este practic mai mică decît înălțimea calculată după ecuație.

În condițiile oferite de solurile mijlocii ascensiunea ajunge pînă la 120 — 125 cm și foarte rar 900 cm pe solurile cu textură fină.

Ecuația $h = \frac{0{,}75}{r}$ arată că tensiunea umidității este invers proporțională cu raza capilarului. Apa se ridică de la capilarele mari spre cele cu diametrul mic. Cu cît distanța de la oglinda apei va fi mai mare, cu atît forța de sucție crește.

Pornind de la studiul condițiilor de echilibru a presiunii peliculare și a celei capilare, precum și de la efectul de pană al peliculelor de apă în sol, Nerpin și Melnikova prezintă pentru înălțimea de ridicare (H) în cm următoarea ecuație:

$$H = \frac{8 \cdot T}{\rho\, d g} = \frac{0{,}6}{d}, \qquad (3.22)$$

în care: H este ascensiunea în cm; g — accelerația gravitației în cm/s²; ρ — densitatea apei, g/cm³; T — tensiunea superficială; d — diametrul mediu al particulelor de sol, cm.

Apa în capilarele de sticlă este ținută la un anumit nivel prin forța de sucție numită și presiunea negativă care se măsoară în unitatea de forță (presiune pe unitatea de suprafață).

Scanned with OKEN Scanner

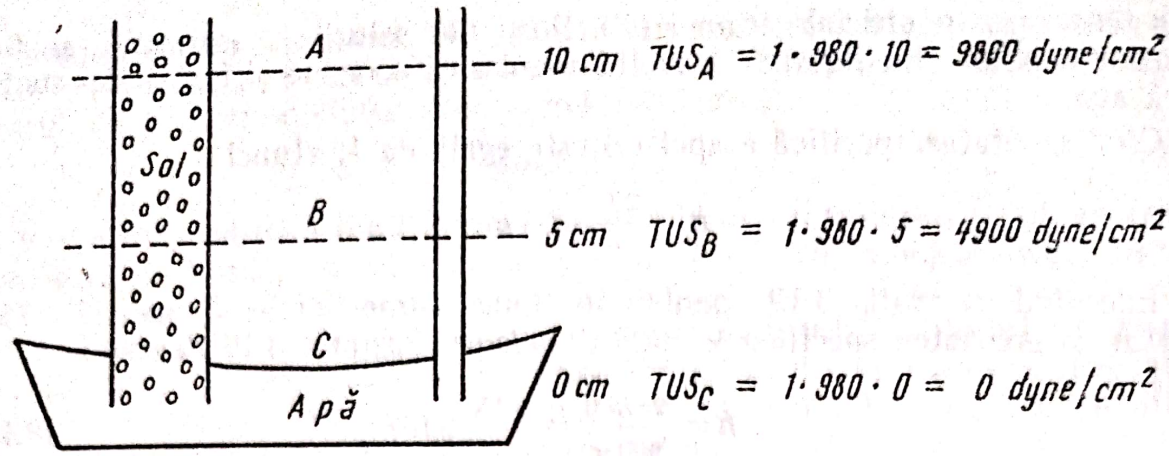


Fig. 3.9. Variaţia forţei de sucţie în funcţie de nivelul apei în tuburile capilare: A, B, C — înălţimi de ridicare a apei în sol; *TUS* —tensiunea umidităţii solului.

Forţa de sucţie în capilarele conectate la apa liberă se exprimă prin relaţia:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{m \cdot a}{S} = \frac{\pi r^2 \cdot h \cdot \rho \cdot g}{\pi r^2} = h \cdot \rho \cdot g. \qquad (3.23)$$

$$TUS = -p = \rho \cdot g \cdot h = \frac{2T}{r}, \qquad (3.24)$$

în care: p este presiunea, dyne/cm²; ρ — densitatea apei, g/cm³; g — acceleraţia gravitaţiei, cm/sec²; r — raza capilarului, cm; h — înălţimea de la suprafaţa liberă a apei, cm; T — tensiunea superficială a apei, dyne/cm; TUS — tensiunea umidităţii solului, dyne/cm².

Ecuaţia (3.23) poate fi folosită la calculul tensiunii umidităţii solului (TUS) în coloană de sol sau în capilarul de sticlă prezentat în (fig. 3.9).

Forţa de sucţie creşte cu creşterea înălţimii (h) deasupra nivelului apei sau cu descreşterea razei capilarului. În solurile unde apa freatică este la mare adîcime, forţa de sucţie este dependentă mai mult de raza meniscului. La raza de menisc foarte mică se obţine cea mai mare tensiune.

Apa poate ajunge la suprafaţa solului din tub numai dacă o mare presiune se exercită sub formă de tensiune pentru reţinerea apei din tub. Aceasta ar însemna că diametrul capilarelor să fie sau egal sau mai mic spre suprafaţă. La cele mai multe soluri situaţia este inversă: prin lucrările curente diametrul porilor în stratul arabil se modifică (fig. 3.10). Dacă raza meniscului scade, tensiunea creşte. Presiunea cerută de mişcarea apei creşte succesiv cu descreşterea procentului de apă din sol. Capilarele solului sînt atît de mici încît pot reţine apa pînă la 100 atmosfere.

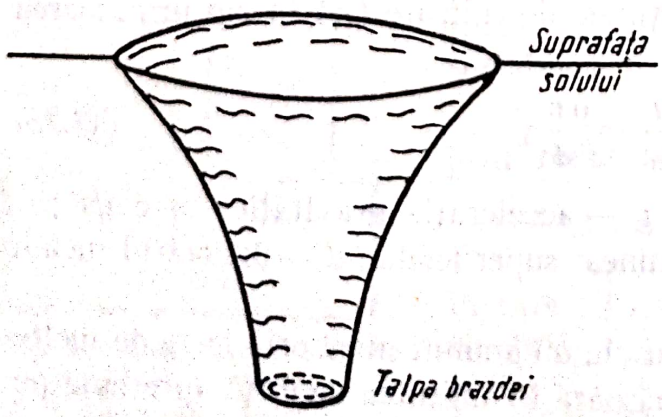


Fig. 3.10. Secţiune ipotetică prin porii solului.

3.2.5. TENSIUNEA UMIDITĂȚII DIN SOL (T U S)

Tensiunea umidității din sol derivă din potențialul capilar și este definită ca forță pe unitatea de suprafață (cm^2) ce trebuie să se exercite pentru a separa din sol o masă de 1 g de apă.

Dimensionarea forței trebuie să se facă pe suprafața unde se exercită.

Forța de reținere a apei în solurile nesaturate se prezită sub mai multe denumiri: forță de sucție, de împingere sau tensiune capilară. În fig. 3.11 se prezintă forța de sucție pe un disc sau masă de tensiune; datele din figură demonstrează că:

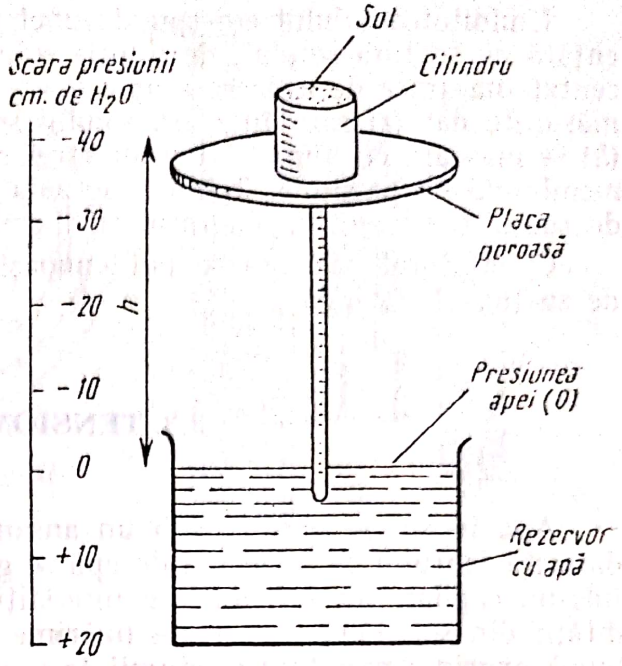


Fig. 3.11. Schemă pentru demonstrația forței de sucțiune.

— presiunea apei este pozitivă în jos de nivelul apei din rezervor;

— presiunea apei la orice suprafață de apă liberă este zero;

— presiunea mai mică decît zero este negativă;

— presiunea în tub, deasupra nivelului din rezervor este mai mică decît zero sau negativă;

— presiunea apei în tub trebuie să fie mai mică decît la suprafața liberă a apei pentru ca apa să se ridice sau să rămînă în tub. Astfel de presiune care în tuburile capilare este mai mică decît zero este negativă;

— presiunea apei în tubul de sticlă se transmite prin legăturile peliculare ale capilarelor solului, deci presiunea în capilarele solului este negativă. Presiunea apei în sol nesaturat este negativă;

— presiunea apei în capilarele solului devine pozitivă numai după ce porii solului sînt complet saturați;

— termenul de sucție (sau *T U S*) se folosește pentru a marca presiunea negativă;

$$TUS = -p \qquad (3.25)$$

De exemplu, presiunea apei la (C_o) este -15; *TUS* la (C_o) este 15 atm.

$$TUS = -(-15) = 15 \text{ atm.}$$

$$TUS = \frac{(\rho)\,(\pi r^2 h)\,(g)}{\pi r^2} = \rho \cdot h \cdot g = \text{dyne/cm}^2$$

Tensiunea umidității solului se exprimă obișnuit în cm H_2O și poate fi calculată totdeauna dacă înălțimea coloanei de apă (h) este cunoscută.

Porii drenați de sucția creată la 40 cm tensiune se numesc macropori, iar cei care rămîn plini se numesc micropori. În exprimarea datelor de tensiune se pot folosi unități diferite. Echivalenții presiunii la temperatura de 21°C: 1 atm = $1{,}013 \cdot 10^6$ dyne/cm^2; 1 atm = 76,39 cm Hg; 1 atm = 1036 cmH_2O.

Scanned with OKEN Scanner

Umiditatea solului corespunde unei tensiuni care la rîndul ei este influențată de textura solului, de soluția solului și de temperatură. Cînd s-a prezentat înălțimea de ridicare a apei ($h=2\ T/\gamma r$) s-a arătat că ($2T$) și (γ) pot fi măsurate dar (r) raza în masa solului se măsoară destul de dificil și atunci (h) se măsoară cu ajutorul tensiometrelor de diferite tipuri și a aparatelor cu membrană de presiune. Tehnica actuală folosește pentru determinarea forței de sucție tensiometrul, aparatul cu membrană de presiune și centrifuga.

Cu ajutorul acestora se pot cunoaște relațiile dintre umiditate și forța de sucție.

3.3. TENSIOMETRUL

Apa în sol se găsește sub un ansamblu complex de forțe care variază datorită faptului că molecula de apă se găsește în contact cu particula de sol într-un capilar sau într-un larg interstițiu și pe de altă parte datorită umidității din sol. Forța de sucție (mărime fizică dependentă de umiditatea solului) exprimă rezultanta acțiunii forțelor asupra apei aflate în sol.

Principalele forțe care acționează asupra moleculelor de apă sînt:

— forța de adsorbție care se stabilește la contactul apă-particule de sol și derivă din potențialul de adsorbție π_a;

— forța de capilaritate care se manifestă la contactul apă—aer și derivă din potențialul capilar ψ;

— forța de gravitație care derivă din potențialul Newtonian $+gZ$ (Z fiind cota);

— forța hidrostatică exercitată de greutatea moleculelor de apă, care derivă din potențialul presiunii $P\gamma$, (γ) fiind greutatea specifică a apei și (P) presiunea hidrostatică.

Potențialul total din care derivă forța finală ce se exercită pe fiecare moleculă de apă este:

$$\varphi = \pi_a - \psi + gZ + P\gamma \qquad (3.26)$$

Deoarece suma acestor forțe corespunde unei anumite stări de energie a apei din sol, tensiometrul se numără printre instrumentele cu care se determină legătura energetică a apei din sol.

Acest aparat se compune dintr-un tub de plexiglas prevăzut la un cap cu o cupă poroasă (0,001 mm diametrul porilor) și la celălalt capăt cu un vacuumetru sau manometru. Dacă cupa poroasă prezintă pori cu diametrul mare, viteza de instalare a echilibrului este mare și forța cu care apa este reținută în pori scade. La o anumită valoare a tensiunii, în funcție de diametrul porilor, forța capilară nu mai poate rezista tensiunii de adsorbție a solului, porii se deteriorează și aerul pătrunde în sistemul tensiometrului. Gama măsurării este decilimitată de mărimea porilor.

Cupele poroase tip *VEB* Filterwerk Meissen au grosimea peretelui de 4—5 mm, lungimea de 100...120 mm, diametrul exterior 35 mm, iar diametrul porilor 0,002—0,003 mm.

Scanned with OKEN Scanner

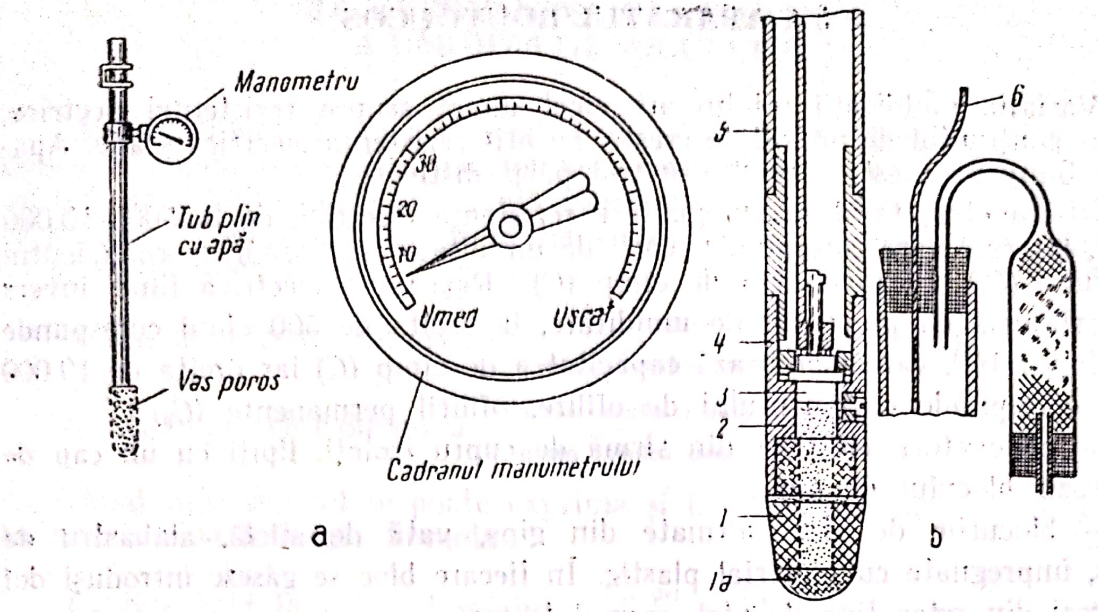


Fig. 3.12. Tipuri de tensiometre :

a — tensiometru obișnuit ; *b* — tensiometru cu receptor ; *1* — celulă de ceramică ; *1 a* — celulă de ceramică lipită ; *2* — carcasă ; *3* — receptor de presiune ; *4* — fișă de blocare ; *5* — țeavă ; *6* — cablu.

Tubul, cupa și vacuumetrul formează un corp. În interior, tubul este plin cu apă distilată în care de regulă se adaugă și un detergent special pentru a menține porii cupei în stare de funcțiune.

Pentru determinarea tensiunii (forței de sucție), se forează în sol la adîncimea dorită și imediat se introduce tensiometrul. Se așază și se îndeasă solul uniform pe lîngă cupă încît acesta să se găsească în contact nemijlocit cu solul. După un oarecare timp, 4—6 ore, se stabilește un contact între apa din interiorul cupei și cea din afara cupei. Apa din cupă va trece în sol datorită forței de sucție sau tensiunii existente în soluția solului. Vacuumul creat în cupă este înregistrat de vacuumetru. Invers, cînd apa din sol intră în cupă, adică solul are apă liberă, tensiunea va fi mică. Înregistrarea forței de sucție cu asemenea aparat se realizează în bune condiții pînă la 0,8 atm.

Tehnica actuală a realizat noi tipuri de tensiometre înlocuind apa distilată cu o soluție apoasă. Avantajul acestui tensiometru față de tensiometrele obișnuite, constă în gama mai largă a măsurătorilor posibile cuprinse între 0 și 15 bari. În scopul automatizării udărilor s-au construit tensiometre cu receptor de presiune capsulate și protejate împotriva încălzirii din timpul zilei (fig. 3.12 b). Tensiometrul dotat cu receptor de presiune oferă posibilitatea măsurării forței de sucție la limite mai mari de 0,8 atm și este cuplat direct fie cu supapa aspersorului fie cu cea a aripii de udare. Declanșarea și intrarea în acțiunea de udare a instalației se realizează exact în funcție de tensiunea apei admisă ca plafon minim.

Tensiometrul arată întotdeauna curba scăderii tensiunii umidității dar nu poate fi folosit pentru determinarea deplină a procentului de umiditate decît indirect.

Scanned with OKEN Scanner

3.4. APARATUL BOUYOUCOS

Variaţia umidităţii solului are efect direct asupra rezistenţei electrice. Cu cît conţinutul de umiditate creşte, cu atît rezistenţa electrică scade. Aparatul Bouyoucos este format din trei părţi distincte:

— ohmetru, tarat să înregistreze rezistenţa electrică de la 500—10 000 ohmi, interval care corespunde scării de umiditate cuprinsă între coeficientul de ofilire (C_0) şi capacitatea de cîmp (C). Rezistenţa electrică fiind invers proporţională cu procentul de umiditate, la limita de 500 ohmi corespunde diviziunea 100, care marchează capacitatea de cîmp (C) iar limita de 10 000 ohmi corespunde coeficientului de ofilire, ofilirii permanente (C_0);

— conductori electrici din sîrmă de cupru izolaţi, lipiţi cu un cap de electrozii blocului de gips;

— blocurile de gips, formate din gips, vată de sticlă, alabastru de Paris, impregnate cu material plastic. În fiecare bloc se găsesc introduşi doi electrozi din reţea fină de oţel, special tratat.

Cu acest aparat se poate determina indirect tensiunea umidităţii cuprinsă între 0 şi 15 atmosfere cît şi umiditatea în procente din masa solului.

3.5. APARATUL CU MEMBRANĂ DE PRESIUNE

Părţile componente ale aparatului sînt: cameră de presiune, o membrană de celuloză saturată cu apă la o presiune aleasă (fig. 3.13).

Solul de cercetat se plasează pe membrana de presiune poroasă unde se va satura cu apă, prin capilaritate. Porii membranei de presiune sînt de ordinul 0,1 μ.

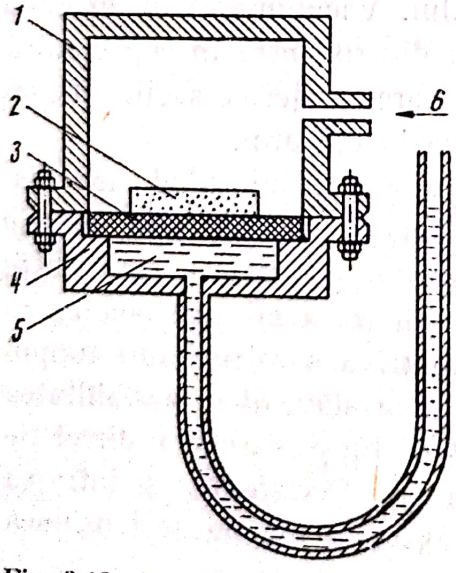


Fig. 3.13. Aparatul cu membrană de presiune:
1 — cameră de presiune; *2* — probă de sol; *3* — membrană de presiune; *4* — disc poros; *5* — apă; *6* — legătura la sursa de presiune.

Cînd în camera de presiune se realizează o presiune, aceasta se va transmite în întregime apei din proba de sol pe toate părţile, cu excepţia feţei care este în contact cu membrana de presiune, în aceasta din urmă apa găsindu-se la presiunea atmosferică. Datorită diferenţei dintre presiunea apei din porii solului şi cea a apei din membrană, se completează o parte din apa probei. Fenomenul continuă pînă cînd presiunea apei din porii probei devine egală cu cea atmosferică. Aparatul dotat cu membrană de presiune poroasă, serveşte la determinarea sucţiunii apei din sol în domeniul valorilor 0,1 — 30 atm (pF=2,...,4,5) în mod excepţional pînă la 1 400 atm (pF=6,2).

Scanned with OKEN Scanner

3.6. EXPRIMAREA CANTITATIVĂ A UMIDITĂȚII SOLULUI (U)

Apa conținută de un sol uscat la temperatura de 105°C timp de 8 ore definește umiditatea solului, iar întreaga cantitate de apă pe care o conține un sol sub diferite forme reprezintă conținutul de apă. Umiditatea existentă în probele de sol se raportează la masa solului uscat la 105°C și se exprimă în procente după relația:

$$a.\ U_m \text{ în procente din masă} = \frac{\text{masa apei}}{\text{masa solului complet uscat}} \cdot 100 \qquad (3.27)$$

$$b.\ U_m \text{ în procente din masă} = \frac{\text{masa solului umed}}{\text{masa solului uscat}} - 1 \cdot 100 \qquad (3.28)$$

Umiditatea din sol se poate exprima și în procente din volumul solului în care caz se folosește formula:

$$U_v \text{ raportată la volumul solului} = \frac{U_m \cdot \rho a}{\rho u} = \frac{U_m \cdot \rho a}{1} = U_m \cdot \rho a, \qquad (3.29)$$

unde: ρa este densitatea aparentă a solului; ρu — densitatea apei (pentru calcule agricole=1); U_m — umiditatea în procente din masa solului; U_v — umiditatea în procente din volumul solului.

Umiditatea solului raportată la volum se bazează pe determinarea în prealabil a densității aparente.

Umiditatea din sol se exprimă și în unități de volum cu atît mai frecvent cu cît norma de udare se calculează în m^3/ha.

Ecuația prin care se află umiditatea solului la un moment dat (rezerva de apă) în unități de volum este:

$$U = h \cdot \rho a \cdot U_m \ (m^3/ha)$$

sau

$$U = 10^2 \cdot H \cdot \rho a \cdot U_m \ (m^3/ha), \qquad (3.30)$$

unde: H este adîncimea stratului de sol în m, iar (h) adîncimea în cm.

Umiditatea din sol se exprimă în mm H_2O după ecuația:

$$U = \frac{10^2 \cdot H \cdot \rho_a \cdot U_m}{10^4} \cdot 10^3 \ (mm) \qquad (3.31)$$

reducînd, se ajunge la ecuația:

$$U = 10 \cdot H \cdot \rho a \cdot U_m \ (mm)$$

sau

$$U = \frac{m^3/ha}{10} \ (mm)$$

Umiditatea în procente din masa solului se exprimă în cm după relația:

$$U = \frac{U_m}{10^2} \cdot \rho a \cdot h \ (cm) \qquad (3.32)$$

Scanned with OKEN Scanner

Umiditatea în procente din volumul solului se exprimă în coloană apă după relația :

$$U = \frac{U_v}{10^2} \cdot h \text{ (cm)} \tag{3.33}$$

Umiditatea solului se poate exprima și raporta la valoarea unor indici hidrici ca : intervalul umidității active, capacitatea de cîmp, coeficientul de ofilire.

3.7. INDICII HIDRICI NECESARI ÎN TEHNICA DE IRIGAȚIE

Umiditatea existentă la un moment dat în sol, exprimată în unități de masă sau volum, nu ne dă indicații cît din ea este accesibilă plantelor și în ce limită, sau la ce prag de umiditate plantele își încetează creșterea.

Indicii hidrici din sol sînt condiționați de forțele care acționează asupra reținerii apei. Textura și structura sînt însușiri fizice ce influențează și determină în principiu forțele cu care este reținută apa. În acest caz indicele ce caracterizează apa accesibilă plantelor se stabilește numai în sistemul sol-apă-plantă-atmosferă.

În tehnica agricolă se cunosc o serie de indici cu care se marchează anumite limite de umiditate în sol. În tehnica de irigație au pondere următorii indici : capacitatea pentru apă în cîmp (C), echivalentul umidității (EU), coeficientul de ofilire (C_0) (ofilirea permanentă), intervalul umidității active (IUA), plafon minim (P_{min}).

3.7.1. CAPACITATEA PENTRU APĂ ÎN CÎMP (C)

Capacitatea pentru apă în cîmp este umiditatea pe care un sol o reține prin forțe proprii un timp mai îndelungat în stare de echilibru (cvasistaționar).

În acest sens noțiunea devine univocă și determinantă. Forțele proprii sînt numai acelea care există în locul unde se măsoară capacitatea pentru apă în cîmp. Toate celelalte forțe care au influență asupra reținerii apei sînt exterioare și nu sînt luate în considerare la stabilirea capacității pentru apă. De exemplu capacitatea pentru apă în cîmp are dublu sens : ca apă suspendată (fără legătură cu cea freatică) și ca apă sprijinită (deasupra nivelului apei freatice). În primul caz unii o numesc capacitate minimă, iar în cazul doi capacitate capilară. Deci valoarea indicelui hidric este dată în primul caz de natura straturilor inferioare (limita între straturi, diferența granulometrică, limita între sol și aer etc.). În cazul al doilea valoarea se datorează ascensiunii capilare la diferite înălțimi deasupra nivelului apei freatice, deci datorită forțelor în afara locului de cercetare (adică a forțelor exterioare).

Denumirea umidității reținută de sol în condiții de cîmp variază de la țară la țară. Anglosaxonii o numesc *field capacity*, francezii *capacité de retention*,

italienii *capacità di campo*. În literatura noastră prin denumirea de *capacitatea pentru apă în cîmp* se înțelege limita superioară de umiditate la care plantele cresc în condiții *normale*. La acest punct de pe curba umidității, spălarea solului nu are loc iar conținutul în aer este în jur de 20%.

Umiditatea la capacitatea pentru apă în cîmp nu se poate determina riguros, pentru că umiditatea din sol este o *funcție continuă*.

Determinarea exactă în cîmp este frînată de:

— drenajul scăzut al straturilor inferioare pe profilul solului;

— ridicarea apei freatice (pentru solurile freatic umede);

— gradul de acoperire cu vegetație al suprafeței solului.

Studiile efectuate în cîmp pentru măsurarea tensiunii umidității din sol arată că umiditatea la capacitatea de apă în cîmp echilibrează 25—60 cm H_2O și nu 100—340 cm H_2O cît s-a înregistrat în determinările de laborator. Diferența se datorează modului de prezentare a porozității solului (în structură naturală sau artificială).

3.7.2. CAPACITATEA DE CÎMP PENTRU APĂ (C')

Sub această denumire înțelegem cantitatea de apă reținută de un sol cînd proba de sol este supusă unor forțe riguros dimensionate. Toate influențele generate în condițiile de cîmp, în determinările din laborator se înlătură complet.

În laborator (C') se determină cu aparatul cu membrană de presiune și valoarea indicelui variază de la 1/10—1/3 atm.

Capacitatea de cîmp se poate determina și indirect după ecuațiile:

$$a)\ Y=2{,}62+0{,}865\cdot X, \text{ ecuație de regresie} \qquad (3.34)$$

unde $Y=C$ și $X=Eu$

$$b)\ C\approx \frac{30}{pa}\ldots\frac{32}{pa} \qquad (3.35)$$

3.7.3. ECHIVALENTUL UMIDITĂȚII (EU)

Reprezintă cantitatea de apă pe care o conține o probă de sol groasă de 1 cm, supusă la o turație de 1 000 ori accelerația gravitației timp de 30 minute. Echivalentul umidității este mult folosit în tehnica de irigație din S.U.A. Cercetătorii francezi îl apreciază sensibil echivalent cu capacitatea de cîmp. Acest indice hidric pe curba umidității, determinat cu aparate de precizie poate fi considerat ca riguros cunoscut. Mișcarea apei într-un sol umezit la echivalentul umidității este foarte înceată.

Echivalentul umidității se determină direct prin metoda centrifugii. Forța centrifugă se calculează pe baza legilor clasice din fizică. În sistemul de mărimi *CGS* forța este dată de relația:

$$F=ma \text{ iar } \text{dyne}=\left(g\frac{cm}{s^2}\right) \qquad (3.36)$$

Scanned with OKEN Scanner

Acceleraţia pentru particulele ce se mişcă într-un cerc cu raza dată va fi egală cu :

$$a = \frac{v^2}{r} \tag{3.37}$$

v^2 — viteza liniară la pătrat.

Viteza liniară (v) într-o centrifugă cu raza (r) care face o completă rotaţie în timpul (t) în secunde, va fi egală cu :

$$v = \frac{2\pi r}{t} \tag{3.38}$$

Dacă centrifuga face N rotaţii pe secundă atunci viteza va fi :

$$v = \frac{2\pi r N}{1} \tag{3.39}$$

Acceleraţia se obţine prin substituirea ecuaţiei 3.39 în ecuaţia 3.37.

$$a = \frac{(2\pi r N)^2}{r} = (2\pi N)^2 r \tag{3.40}$$

Forţa centrifugă poate fi calculată prin combinarea ecuaţiei (3.36) şi (3.40).

$$F = ma = m\ (2\pi N)^2 r \tag{3.41}$$

Forţa centrifugă creşte cu pătratul vitezei de rotaţie şi raza liniară luată ca lungime. Forţa relativă centrifugă (FRC) este un raport (forţe centrifugale pe forţe gravitaţionale) :

$$FRC = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g}$$

În mişcarea uniform-circulară viteza unghiulară (ω) se află : $\omega = \frac{2\pi N}{60}$ rad/sec, iar acceleraţia va fi (3.42)

$$a = \frac{(2\pi N)^2}{60} \cdot r \tag{3.43}$$

În final numărul de rotaţii (N) se determină din relaţia :

$$N = \sqrt{\frac{60^2 \cdot 10^3 \cdot g}{4\pi^2 r}}\ [\text{rotaţii/minut}] \tag{3.44}$$

Pentru r (cm) acceleraţia gravitaţiei este 981 cm/sec^2.

Rezolvînd ecuaţia 3.44 pentru o centrifugă cu raza (r) în cm se obţine :

$$N = \sqrt{\frac{89\,547\,000}{r}} \tag{3.45}$$

Din relaţie se observă că numărul de rotaţii este determinat de mărimea razei centrifugei folosite.

Scanned with OKEN Scanner

Tensiunea umidității solului se determină cu centrifuga în felul următor : unitățile tensiunii umidității solului sînt dyne/cm²; unitatea de măsură a forței centrifugale este dyna și

$$TUS = \rho gh = \text{dyne/cm}^2; \quad F = ma = \text{dyne}$$

Conversiunea dynei din forță centrifugală în tensiunea umidității solului (dyne/cm²) se poate face folosind următorul procedeu : în ecuația $F=ma$, masa apei este egală cu densitatea înmulțită cu volumul

$$m = \rho \cdot V \tag{3.46}$$

$$F = \rho \cdot V \cdot a \tag{3.47}$$

Volumul capilarului este egal cu suprafața secțiunii (S) înmulțit cu înălțimea (h) din capilar. Substituind în ecuația (3.47) găsim :

$$F = \rho \cdot S \cdot h \cdot a \tag{3.48}$$

Inlocuind pentru forța pe unitatea de suprafață (S), $\frac{F}{S} = \text{dyne/cm}^2$ obținem tensiunea umidității solului

$$TUS = \frac{F}{S} = \rho ah \tag{3.49}$$

Echivalentul umidității se poate calcula și indirect folosind :

a — umiditatea corespunzătoare coeficientul de ofilire (C_o) după relația :

$$EU = 1{,}84\ C_o \tag{3.50}$$

b — umiditatea corespunzătoare higroscopicității maxime (Hy) după relația lui V a g e l e r

$$EU = 4{,}5 \cdot Hy \tag{3.51}$$

c — procentul de argilă după relația lui A u b e r t G.

$$EU = 10 + 0{,}5\ ta \tag{3.52}$$

în care : ta este procentul de argilă.

3.7.4. UMIDITATEA LA COEFICIENTUL DE OFILIRE (C_o) SAU OFILIREA PERMANENTĂ

Umiditatea reținută de un sol și determinată în momentul cînd plantele se ofilesc și nu-și mai revin la starea normală de vegetație reprezintă indicele ofilirii permanente. Umiditatea marcată de acest indice este mai mică decît cea exprimată prin echivalentul umidității. Estimarea în cîmp a acestui indice hidric se poate face prin determinări repetate în momentul cînd plantele se ofilesc. Estimarea este însă afectată de erori mari și cere mai multă atenție decît pentru determinarea capacității pentru apă în cîmp.

Metoda de determinare directă prin folosirea aparatului cu membrană de presiune este admisă de mulți cercetători.

Scanned with OKEN Scanner

Tensiunea la care se găsește indicele ofilirii permanente variază de la 7 la 40 atm. Dacă temperatura și *ETP* cresc, ofilirea se va înregistra la tensiune joasă și umiditate sporită în sol.

La solurile cu textură mijlocie forța de sucție de 15 atm marchează indicele coeficientului de ofilire.

Metoda indirectă de determinare a coeficientului de ofilire. Acțiunile în desfășurarea și organizarea udării sînt rapide, ca urmare determinările directe sînt înlocuite cu cele indirecte care se execută mult mai ușor. Toate variantele de determinare indirectă se bazează însă pe cunoașterea directă a unor indici hidrici ca : higroscopicitatea maximă (*Hy*), echivalentul umidității (*EU*) sau capacitatea de cîmp (*C*).

Pentru lucrări de proiectare și chiar pentru calculul normei de udare se folosește relația :

$$C_o \approx 1{,}5\ Hy \tag{3.53}$$

Cînd nu se cunoaște higroscopicitatea maximă (*Hy*) se utilizează (*C*) și (*EU*) după relația :

$$C_o = \frac{C}{2} \ldots \frac{C}{2{,}4} \tag{3.54}$$

$$C_o = \frac{EU}{1{,}8} \tag{3.55}$$

Coeficientul de ofilire (ofilirea permanentă) variază cu procentul de argilă al solului. Curbele umidității la valoarea coeficientului de ofilire și capacității de cîmp se diferențiază net în funcție de procentul de argilă. În figura 3.14 se arată că umiditatea la coeficientului de ofilire este mai puțin influențată de procentul de argilă, decît capacitatea de cîmp.

Corelațiile stabilite între procentul particulelor de nisip, praf, argilă și argilă+praf, pe de o parte și indicii hidrici (C_o) la 15 atm, (*C*) la $\frac{1}{3}$ atm, și (*IUA*) pe de altă parte, arată că cea mai strînsă corelație pozitivă există între :

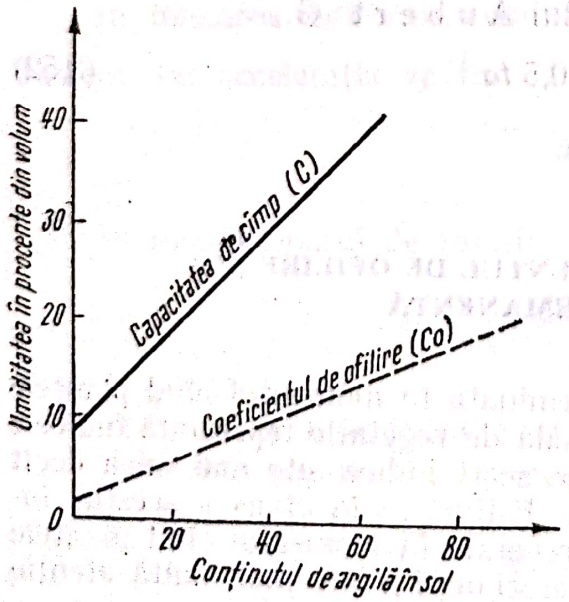


Fig. 3.14. Variația capacității de cîmp (*C*) și a coeficientului de ofilire (*Co*) în funcție de procentul de argilă.

— umiditatea reținută la $\frac{1}{3}$ atm și procentul de argilă+praf ;

— umiditatea reținută la 15 atm și procentul de argilă ;

— intervalul umidității active (*IUA*) și procentul de praf.

Totodată s-a constatat o corelație semnificativ-negativă între toți cei trei indici hidrici (C_o, *C* și *IUA*) și procentul de nisip din sol. Procentul de praf are cea mai mare importanță în arhitectura spațială a diferitelor mărimi de pori din sol. Praful contribuie mai mult decît argila la reținerea

Scanned with OKEN Scanner

apei la presiunea de $\frac{1}{3}$ atm. Studiile prin corelarea indicilor prezentați au demonstrat că cel mai mare interval activ de umiditate se găsește la solurile care au un conținut de praf mai ridicat decît jumătatea sumei, praf+argilă. Cînd conținutul de argilă este mai mare de 25% se constată o scădere a capacității de apă utile (*IUA*).

3.7.5. INTERVALUL UMIDITĂȚII ACTIVE (I U A)

Apa asimilabilă de către plante este cuprinsă între doi indici hidrici: capacitatea de cîmp și coeficientul de ofilire (*ofilirea permanentă*). Diferența dintre acești doi indici se numește interval activ al umidității sau intervalul umidității active (*IUA*).

Acest interval de umiditate reprezintă capacitatea de reținere a solului pentru apa asimilabilă de către plante. Cu cît intervalul umidității active va fi mai mare, adică valorile celor doi indici vor fi mai depărtate, cu atît și capacitatea de reținere a apei asimilabile va fi mai mare (fig. 3.15).

Pe nisipurile fără aport freatic capacitatea de cîmp se află la o tensiune de 60 . . . 80 cm H_2O. Un spor de 1% al particulelor minerale cu diametru mai mic de 6 μ determină o mărire de numai 0,15% a umidității, în timp ce un spor al conținutului de carbon de 1% urcă umiditatea cu 1,7% din masă. Humusul contribuie la creșterea capacității utile de 10 ori mai mult decît particulele levigabile mai mari de 6 μ.

Coeficientul capacității active reprezintă un raport între intervalul umidității active și capacitatea de cîmp, el arată în procente cît din umiditatea corespunzătoare capacității de cîmp este asimilabilă de către plante și se determină din relația:

$$\text{Coeficientul capacității active} = \frac{C - C_0}{C} \cdot 100 \qquad (3.56)$$

Indicele umidității accesibile este un raport dat de formula:

$$U_a = \frac{U - C_o}{C - C_o} \cdot 100$$

unde: U_a este umiditatea accesibilă;
U — umiditatea solului în procente din masă.

Indicele umidității accesibile, U_a, orientativ se interpretează astfel:

$U_{a_1} < 0$; umiditate inaccesibilă

U_{a_2} 0 . . . 20; umiditate foarte greu accesibilă;

U_{a_3} 20 . . . 50; umiditate greu accesibilă;

U_{a_4} 90. . . 100; umiditate foarte ușor accesibilă;

$U_{a_5} > 100$; exces de umiditate.

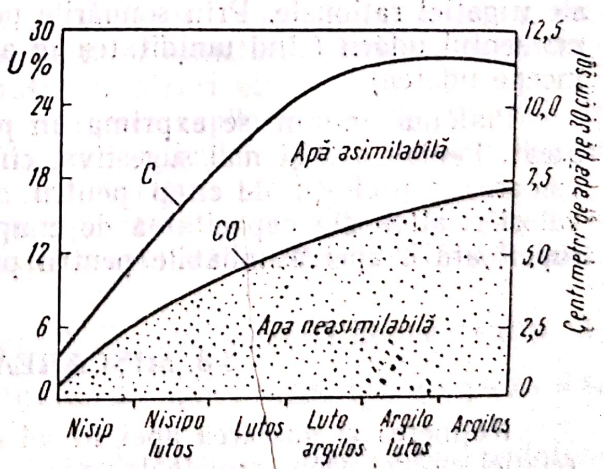


Fig. 3.15. Capacitatea de înmagazinare a apei în diferite categorii de sol:
C — capacitatea de cîmp pentru apă; C_o — coeficient de ofilire.

3.7.6. PLAFONUL MINIM DE UMIDITATE (P_{mtn})

Pentru creşterea şi dezvoltarea normală, plantele au nevoie de o anumită umiditate în sol denumită umiditate optimă. Umiditatea optimă nu este aceeaşi pentru toate plantele. Unele, respectiv plantele mari consumatoare de apă, pretind mai multă apă în sol, după cum alte plante, cele cu consum mic de apă, cer o umiditate optimă ceva mai coborîtă.

Cu ajutorul irigaţiei ar trebui să se menţină în sol umiditatea la *nivel optim*.

Tehnica actuală a irigaţiei — *economic* — nu permite pe suprafeţe mari menţinerea continuu în sol a unei umidităţi optime, de aceea recurge la stabilirea limitei inferioare a umidităţii asimilabile, denumită impropriu *plafon minim de umiditate*. Intervenind prin udări periodice, se consideră *optimă* umiditatea aflată deasupra plafonului minim de umiditate.

Datele experimentale au arătat că în condiţiile evapotranspiraţiei necontrolate, plafonul minim se găseşte aproximativ la jumătatea (*IUA*) şi că umiditatea uşor asimilabilă pentru majoritatea plantelor se află între jumătatea acestui interval şi capacitatea de cîmp pentru apă. Pentru fiecare cultură trebuie să se determine, în funcţie de potenţialul economic al exploatării agricole, plafonul minim cel mai corespunzător.

La majoritatea solurilor grele, plafonul minim de umiditate necesar plantelor este aproximativ la 2/3 din intervalul umidităţii active. În solurile salinizate datorită forţei mai mari de reţinere a apei, plafonul minim al umidităţii trebuie să fie mai ridicat decît în solurile argiloase.

La presiuni mai mari de 1 atm, cantitatea de apă asimilabilă din sol este de obicei mai mică decît jumătate din cea corespunzătoare capacităţii de cîmp pentru apă. De aici reiese recomandarea practică de a se iriga, cînd forţa de sucţie în zona rădăcinilor este între 0,2 . . . 4 atm.

Creşterea sau micşorarea forţei de absorbţie a plantei variază odată cu scăderea sau creşterea umidităţii din sol. Cu vîrsta plantei, presiunea osmotică creşte.

Plafonul minim al umidităţii constituie unul dintre elementele de bază ale irigaţiei raţionale. Prin sondările periodice asupra umidităţii se stabileşte momentul udării (cînd umiditatea se apropie de valoarea plafonului minim se începe udarea).

Plafonul minim se exprimă în procente de umiditate raportat la sol uscat. Pentru a fi şi mai sugestivă, cifra plafonului minim se raportează la valoarea capacităţii de cîmp pentru apă. Exprimarea plafonului minim în valori relative din capacitatea de cîmp arată poziţia acestuia faţă de limita superioară a apei asimilabile pentru plante.

3.8. MIŞCAREA APEI ÎN SOL

Reţinerea şi mişcarea apei în sol constituie două procese importante ale relaţiei sol-apă. Două puncte de vedere există în literatură cu privire la mişcarea apei: ascensiunea în capilare şi relaţiile energetice.

Prima concepţie se bazează pe principiul tubului capilar (Briggs 1897). În cadrul acestei concepţii solul este privit ca format din numeroase capilare

Scanned with OKEN Scanner

variind ca dimensiuni. Apa se mişcă de la peliculă mai groasă la peliculă mai subţire. Mişcarea aceasta este în legătură cu diferenţa de curbură a peliculei la suprafaţa ei cît şi cu vîscozitatea lichidului. În cadrul acestei teorii apa din sol s-a clasificat în: apă de higroscopicitate; apa capilară; apa gravitaţională. Mulţi alţi cercetători pe parcurs au îmbunătăţit şi simplificat această clasificare. Bouyoucos a introdus noţiunea apei nelibere, (apa care este ţinută puternic de particulele coloidale din care cauză nu îngheaţă repede şi nici nu este uşor accesibilă plantelor).

Mişcarea apei în tubul capilar se face după ecuaţia fundamentală.

$$h = \frac{2T}{r}$$

Această teorie a dăinuit multă vreme. Mişcarea apei de la un tip de sol la altul, variază considerabil cu textura. Astfel s-a observat numai o mică ascensiune din solul argilos umed către solul lutos aflat în contact cu argila. În capilare extrem de largi, ascensiune rapidă are loc numai de la nisip umed la lut uscat.

A doua concepţie privind reţinerea umidităţii din sol, se bazează pe relaţiile energetice.

Buckingham (1907) lansează ideea că mişcarea apei în sol poate fi comparată cu transmiterea căldurii printr-o bară de metal sau cu transportul electricităţii prin conductori. Cauza curentului capilar de data aceasta este văzută ca o diferenţă de atracţie a apei între două puncte ale solului ce nu sînt umezite egal. Termenul de potenţial capilar (φ) exprimă valoarea ce măsoară atracţia solului pentru apă la orice punct dat.

În fizică, potenţialul este definit ca lucru mecanic necesar pentru a duce o cantitate de masă de la o poziţie de referinţă dată, la un punct particular. În consecinţă acesta este produsul forţă per unitate de masă şi distanţă. Potenţialul capilar prin urmare este lucrul mecanic cerut, pentru a împinge o unitate de masă a apei din sol.

Gardner îl defineşte ca lucru mecanic cerut pentru a mişca unitatea de masă a apei de la un punct, unde potenţialul este zero, la punctul în discuţie.

Studiile recente arată că asupra cantităţii totale de apă transportată se manifestă nu numai efectul cîmpului de presiune, datorită efectelor gravitaţiei şi al forţelor de reţinere ci şi efectul altor solicitări exterioare de natură mecanică, termică, electrică, concentraţie de săruri etc.

Mişcarea apei lichide are loc prin scurgerea capilară sau prin transfer de masă între peliculele de apă ce înconjoară particulele solide. Această formă de mişcare presupune existenţa unei continuităţi a fazei lichide.

Mişcarea apei suferă puternic influenţa stării de umiditate, în sensul că pentru acelaşi gradient, viteza de mişcare a apei scade foarte mult cu reducerea umidităţii.

De menţionat că legea luiDarcy, $v = K\frac{h}{l}$, este valabilă numai pentru nisipuri saturate iar în solurile nesaturate se aplică legea lui Richards, $v = Kwi$.

În solurile nesaturate mişcarea este mult mai complexă, deoarece intervine fenomenul capilar, osmotic şi schimbări de stări de agregare, a lichidului ce migrează. Viteza în acest caz este foarte mică, fiind influenţată de gradienţii termici şi de salinitate care au dus la enunţul unei noi teorii.

Scanned with OKEN Scanner

Teoria schimbului de masă și energie. Această teorie față de cele două expuse, are avantajul că ia în considerare simultan mai mulți factori care provoacă mișcarea apei, ține seama de interacțiunea dintre ei, precum și de eventualele schimbări de fază.

Primele două concepții sînt considerate valabile atîta vreme cît nu există un gradient termic, electric sau de salinitate, nu au loc schimbări de fază, nu există în cîmpul de sucție considerat surse de umezire sau drenuri și se neglijază fenomenul de histerezis.

Modul nou de tratare a fenomenelor de migrație a apei prin analogie cu cele de transmisie termică prezintă unele avantaje:

— permit folosirea directă a unor relații din teoria transmiterii căldurii, care sînt bine cunoscute;

— nu se bazează pe ipoteze de interacțiune apă-schelet mineral;

— cînd se ivește gradientul termic, el poate fi dimensionat.

Exemplu: 1 bucată de plumb cu temperatura de 200°C și cu o entalpie (conținut de căldură) de 0,03* ·200=6 kcal/kg; 1 bucată aluminiu cu o temperatură de 100°C și o entalpie 0,20* ·100=20 kcal/kg.

Căldura se va transmite de la plumb spre aluminiu adică de la cantitate mică de căldură spre cantitate mare. Căldura se transmite deci de la plumb spre aluminiu în conformitate cu căderea de temperatură și independent de valoarea entalpiei.

În mod analog, dacă s-ar pune în contact nisip fin și argilă grasă, primul avînd inițial umiditatea 20% și sucția 30 cm H_2O, iar argila 44% și sucția 1 000 cm H_2O, ținînd seama de faptul că sucția reprezintă presiunea negativă, rezultă că apa va migra de la nisip spre argilă pînă cînd presiunea apei din pori, respectiv sucțiile se vor egala. Apa va migra de la nisipul fin spre argilă pînă la echilibrarea forței de sucție.

3.8.1. MIȘCAREA APEI ÎN SOL NESATURAT

În solurile nesaturate porii cu diametrul mare sînt plini de aer, iar umiditatea actuală este reținută sub formă de peliculă foarte subțire. Forța adeziunii dintre sol și apă — inferioară limitei capacității de cîmp — este foarte mare și apa nu se mișcă liber. În astfel de condiții mișcarea apei din sol se face sub tensiune. Tensiunea este în unele cazuri invers proporțională cu cantitatea de apă din sol; crescînd umiditatea din sol, tensiunea scade. Mișcarea apei depinde de schimbarea tensiunii între punctele considerate. Conform ecuației $v=Kw\cdot i$, v este mică cînd umiditatea se află sub (*C*).

Viteza mișcării capilare este mai mare în solul cu umiditate la capacitatea de cîmp decît în cel care are umiditatea apropiată de coeficientul de ofilire:

$$v = Kw\frac{h}{l}$$

unde: Kw este conductivitatea hidraulică în sol nesaturat și nu mai este o constantă, ci o funcție a conținutului de umiditate; $\frac{h}{l}$ este gradientul potențialului.

---

* 0.03—0,2 reprezintă căldura specifică a metalelor respective.

Scanned with OKEN Scanner

Fenomenul iese în evidență dacă plecăm de la următorul exemplu: nivelul freatic reprezintă planul din sistemul sol — apă în care apa este la presiunea atmosferei. Într-un punct oarecare sub nivelul freatic este o presiune pozitivă și se măsoară prin diferența de nivel între punct și planul de referință al nivelului freatic. Pe de altă parte toate punctele din franjul capilar (aflat în echilibru static deasupra nivelului freatic) ce se găsesc la același nivel au aceeași presiune. Această presiune este mai mică decît aceea a planului de referință (nivel freatic) și este prin urmare negativă, numindu-se forță de sucție.

În puncte aflate la diferite nivele față de nivelul freatic diferența de forță de sucție este egală cu diferența de înălțime.

Profilul *A* din fig. 3.16 are nivelul hidrostatic egal în cele 6 puncte pe verticală marcate de tensiometre. Pînza de apă stînd pe un strat impermeabil, la suprafață evaporația fiind oprită, presiunea hidrostatică egală în orice punct, gradientul hidraulic va fi zero. În acest caz apa nu se scurge.

În profilul *B* din fig. 3.16, în care apa de irigație se scurge spre pînza freatică, se creează o presiune hidrostatică de sus în jos. Tensiometrul 1 și 2 din figură indică o sucție slabă (diferența de nivel între celula poroasă și nivelul hidrostatic este mică), iar diferența de presiune între cele două tensiometre este mare și este măsurată între nivelurile hidrostatice respective, *h*. Aceasta fiind egală cu distanța între cele două celule poroase gradientul hidraulic care are direcția de sus în jos are valoarea 1. În lipsa unui gradient de sucție activează numai gravitația.

În profilul *C* (fig. 3.16) unde are loc alimentarea cu apă de jos în sus, din pînza freatică sub presiune, tensiometrele indică o sucție puternică spre suprafața solului și scăzută spre nivelul freatic. Rezultă, existența unei forțe de ridicare a apei și o mișcare a ei în sus.

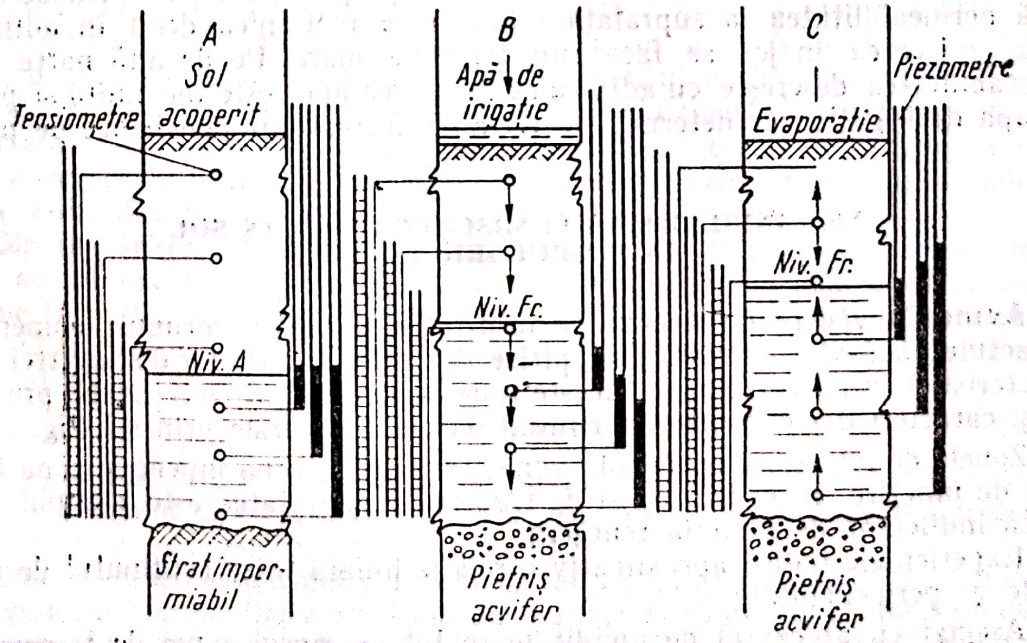


Fig. 3.16. Relațiile presiunii hidrostatice în 3 profile de sol reprezentînd: *A* — echilibrul hidrostatic; *B* — scurgerea apei; *C* — ridicarea apei.

Scanned with OKEN Scanner

Din exemplul expus reiese că mişcarea apei prin porii solului este determinată de acţiunea tensiunii (forţa de sucţie a solului şi forţa de gravitaţie).

Aceste forţe acţionează fie singure, fie în combinaţie. În funcţie de forţa dominantă care imprimă sensul mişcării apei, modul de mişcare al apei poate fi discutat din două puncte de vedere:

— primul cînd apa se mişcă în pori cu diametrul mare, sub acţiunea gravitaţiei (mişcarea în sol saturat); şi

— al doilea cînd apa se mişcă sub acţiunea forţelor capilare de suprafaţă, sau prin pori cu diametrul mic în prezenţa a numeroase interfeţe aer — apă, (mişcarea în sol nesaturat).

În solurile nesaturate mişcarea apei se face şi sub formă de vapori. Cu descreşterea umidităţii, creşte mişcarea apei sub formă de vapori. Mişcarea sub acestă formă se poate produce în direcţia descreşterii presiunii vaporilor. Diferenţa presiunii vaporilor poate proveni atît din variaţia conţinutului de umiditate cît şi de temperatură. Cînd umiditatea este la limita ofilirii permanente, diferenţa de presiune este principala cauză a mişcării apei în stare de vapori.

Mişcarea apei sub formă de vapori nu satisface cerinţele plantei decît într-o foarte mică măsură. În practica irigaţiei această mişcare nu are mare importanţă.

3.8.2. MIŞCAREA APEI ÎN SOL SATURAT

În solurile complet saturate cu apă, mişcarea se realizează după legea lui Darcy: $v = -K\frac{h}{l}$. Agricultura irigată se practică numai pe solul nesaturat, excepţie cultura orezului, dar şi aici lucrarea solului se execută tot cînd solul este nesaturat.

Mişcarea apei de la solul saturat la cel nesaturat. Imediat după udare conţinutul de umiditate devine relativ uniform, apropiat de capacitatea de cîmp. Dacă permeabilitatea la suprafaţa solului este mai mică decît în adîncime atunci mişcarea în jos se face sub tensiune mare. Pe de altă parte dacă permeabilitatea descreşte cu adîncimea, mişcarea apei este încetinită şi ploile, sau apa de irigaţie vor determina o serie de formaţiuni pedologice pe profil.

3.8.3. INFILTRAŢIA ŞI MIŞCAREA APEI ÎN SOL ÎN TIMPUL IRIGAŢIEI

Avînd în vedere fenomenul de infiltraţie a apei în primul moment al contactului apă-sol şi ecuaţiile empirice analizate anterior se disting trei zone caracteristice în mişcarea apei. Aceste zone deşi sînt legate inseparabil prezintă totuşi caracteristici distincte aparţinînd scurgerii naturale prin sol (fig. 3.17).

Zonele de mişcare a apei sînt: zona transmisiei, zona umedă şi zona frontului de umezire. În cadrul zonei de transmisie umiditatea este esenţial constantă indiferent de direcţia scurgerii.

Experienţele indică aproximativ o relaţie liniară între conţinutul de umiditate şi permeabilitate.

Asociat cu procentul de umiditate în tot cuprinsul zonei de transmisie, s-a verificat experimental, că gradientul forţei principale este de asemenea

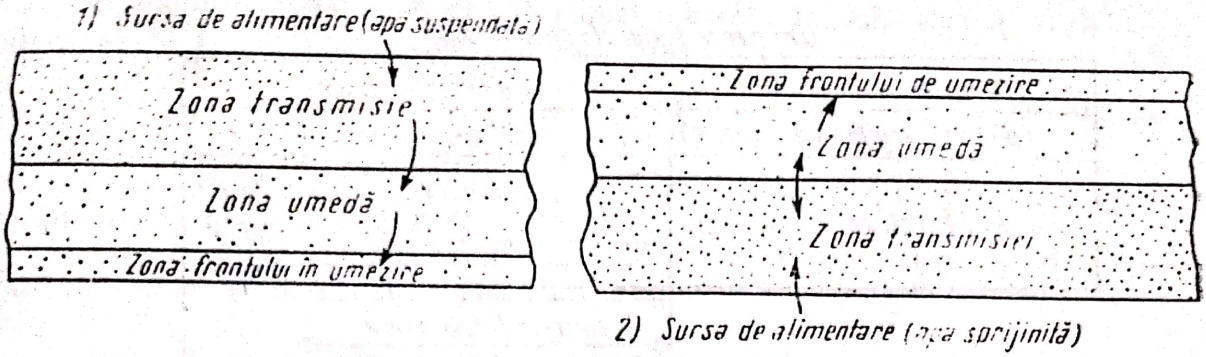


Fig. 3.17. Zonele de umezire în funcție de sursa de alimentare cu apă a solului.

constant în tot cuprinsul zonei. Mai departe, un gradient de potențial constant implicat de o permeabilitate constantă în tot cuprinsul zonei de transmisie ajută material în dezvoltarea și cunoașterea unor fenomene puțin studiate.

Astfel gradul de saturare cu apă și rezistența la curgere variază în stratul superficial. Cînd suprafața solului este afînată prin prășit, viteza de înaintare a șuvoiului de apă în brazdă scade.

Rezistența la scurgere a solului crește considerabil datorită tasării și levigării particulelor fine pe profil.

În sol umed *zona de umezire* este mai adîncă și ocupă un volum mai mare de sol decît în sol uscat. Aceasta se datorează faptului că conductibilitatea hidraulică (Kw) este mai mare.

Analizele arată că energia consumată în interiorul zonei umede este aproximativ constantă cînd înaintarea apei din zona de umezire este constantă. În sol uscat cu permeabilitate scăzută, va rezulta o mai mare pierdere de energie pe unitatea de lungime, determinînd o mai mică zonă de umezire.

Observațiile vizuale asupra fenomenului de umezire care are loc în intervalul zonei umede arată că scurgerea se petrece într-o manieră foarte neregulată, mișcare care poate fi considerată ca un salt. Acest salt al mișcării apei este mai pronunțat în solurile uscate. Frontul de umezire poate fi și un efect al franjului capilar cînd umezirea se face ascendent și este partea cea mai importantă care are o umiditate egală cu a solului cercetat, în timp ce umiditatea fiecărei secțiuni din spatele frontului de umezire crește pînă la aproximativ 80% din spațiul poros (fig. 3.17).

Din urmărirea frontului de umezire al apei în timpul udării pe sol nesaturat s-a observat că apa aplicată la o udare nu circulă prin porii cu aer ci rămîne în partea superioară a profilelor, în locul apei preexistente care se deplasează în profunzime. Frontul de umezire înaintează cu viteză dimensionată de ecuația:

$$v = v_l\ (1 - e^{-\mu \cdot I}),\ [\text{mm/minut}] \qquad (3.57)$$

unde: v_l — viteza limită de infiltrație, mm/minut; μ — parametru ce depinde de natura solului și a cărui ecuație este: $(L^{-1}T)$; I — intensitatea de udare, mm/minut; e — logaritm cu baza e.

Cînd un teren este irigat prin brazde sau fîșii, apa pătrunde în sol și datorită presiunii hidrostatice a stratului de apă format. Singurul obstacol pe care-l întîlnește este aerul blocat în porii și microporii solului care se deplasează spre orizonturile inferioare odată cu frontul umed.

Scanned with OKEN Scanner

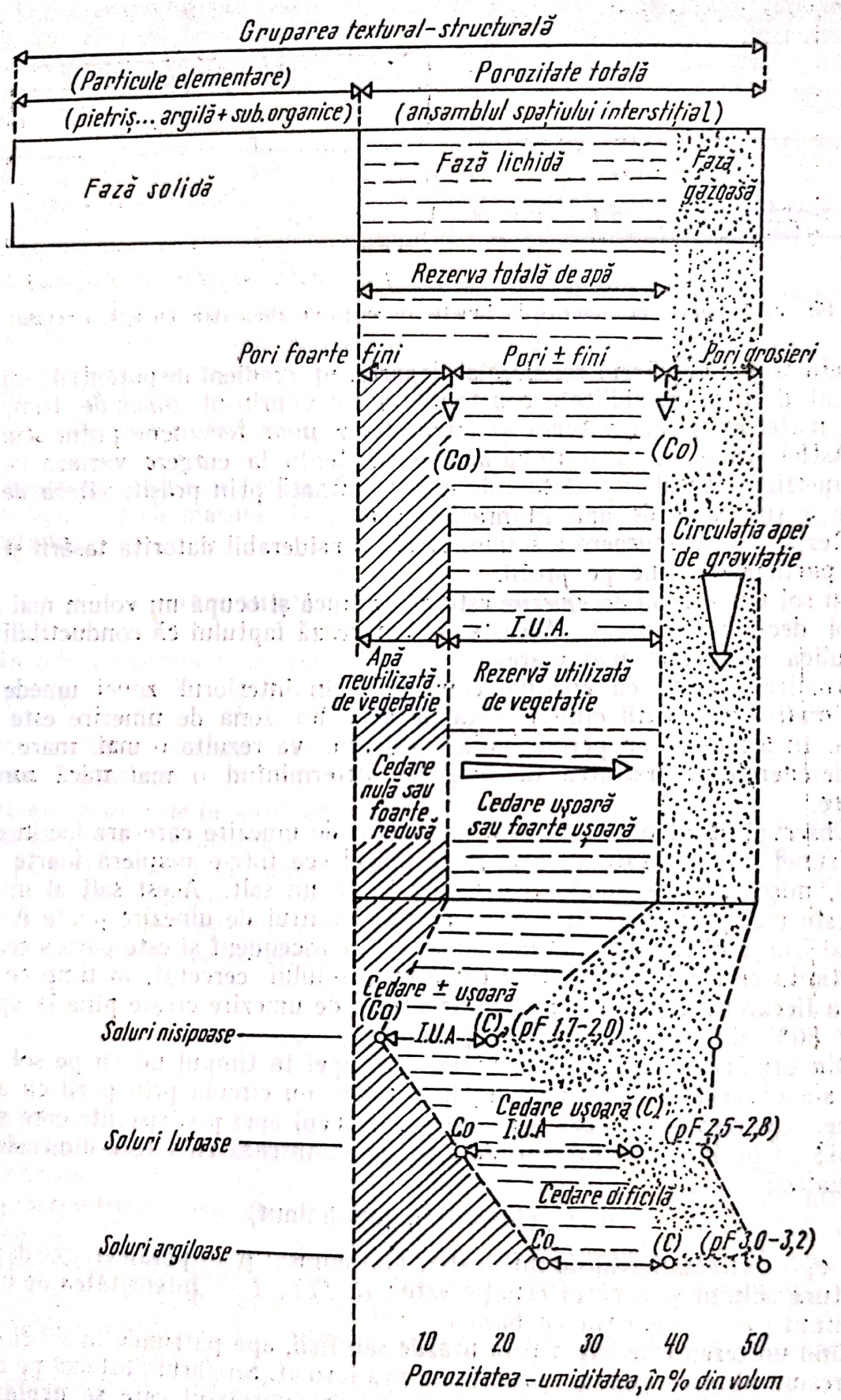


Fig. 3.18. Principalii indici hidrofizici și evoluția lor în funcție de gruparea textural-structurală a solurilor.

Scanned with OKEN Scanner

Folosind principiul de bază al scurgerii apei prin sol, aceasta arată că viteza poate fi definită de următoarea ecuație:

$$v_i = \frac{v_f}{P\%S}, \qquad (3.58)$$

în care: v_i este viteza de infiltrație; v_f — infiltrația finală; $P\%$ — totalul spațiului poros; S — gradul de saturație cu apă în timpul irigației.

Pentru un nisip care are $v_f = 5$ cm/h, 38% spațiul poros și gradul de saturare cu apă de 22%, viteza de infiltrare a apei în sol va fi de 60 cm/h.

$$v_i = \frac{5}{38 \cdot 22} = \frac{5}{0{,}38 \cdot 0{,}22} = 60 \text{ cm/h}$$

În figura 3.18 se prezintă grafic principalii indici hidrofizici și evoluția lor în funcție de gruparea textural-structurală a solurilor.

Capitolul 4

CONSUMUL DE APĂ AL PLANTELOR AGRICOLE

4.1. CONSUMUL DE APĂ, DEFINIȚIE, FACTORII CARE ÎL DETERMINĂ

In agricultura irigată noțiunea de consum de apă este citată într-o serie de lucrări cu înțeles diferit; o parte din lucrări în noțiunea de consum de apă includ numai apa transpirată de plantă, în altele la transpirație se adaugă și pierderile prin infiltrație. O altă grupă de studii expun noțiunea de consum de apă ca sinonimă cu necesarul de apă pentru irigație.

În mod curent, prin *consum de apă* se înțelege evapotranspirația, adică cantitatea de apă evaporată și transpirată (de pe unitatea de suprafață cultivată), care obișnuit se exprimă în mm sau în m³/ha/zi. Consumul de apă (*ET*) este influențat de o serie de factori: meteorologici, pedologici, biologici.

Factorii meteorologici descriu starea atmosferei ce reprezintă învelișul sistemului evapotranspirant. Dintre factorii meteorologici mai importanți enumerăm:

— *radiația solară* este un factor energetic; determină intensitatea și cantitatea de apă evaporată. Radiația solară poate evapora 1,3...2 m H_2O anual. În funcție de condițiile de luminozitate apa transpirată este destul de diferențiată după cum o prezintă Boussingault:

Luminozitatea	*Apa transpirată*
obscur	3 g/m²/oră de masă foliară
umbră	8 g/m²/oră de masă foliară
soare	65 g/m²/oră de masă foliară

Scanned with OKEN Scanner

Puterea de evaporare a atmosferei depinde de fracțiunea disponibilă din energia totală intrată în acțiune în cursul schimbului termoradiativ global. Pe o perioadă de 24 ore sau mai mare acest bilanț poate fi exprimat astfel :

$$R_g\ (1-a)+R_a+LC=LET+R_t\pm Q \tag{4.1}$$

unde : R_g este radiația globală de undă scurtă ; R_a — radiația atmosferei ; a — albedoul de suprafață* ; C — căldura de condensare ; ET — evapotranspirația ; Q — energia advectivă ; L — căldura latentă de evaporare ; R_t — radiația de suprafață.

Dacă (Rn) reprezintă radiația netă rezultată dintr-un bilanț radiativ momentan, atunci :

$$R_n=L(ET-C)\pm Q \tag{4.2}$$

Termenul de $L\ (ET-C)$, exprimă bilanțul parțial al energiei utilizat în schimbul de apă dintre sol, plantă și atmosferă. În această situație (R_n) corespunde cantității de apă evaporabilă la un moment dat, este deci o expresie a energiei potențiale instantanee.

Bouchet J. R. plecînd de la premiza că asupra evapotranspirației potențiale nu acționează decît factorii climatici, transpune fenomenul de evaporație prin frunză la scara unei suprafețe total evaporante exemplu pastila evaporimetrului Piche.

În astfel de condiții Bouchet sintetizează influența factorilor prin expresia :

$$ETP=E=\frac{R_n+\dfrac{\Delta f}{\Delta zf}\cdot\dfrac{K\beta}{F'(\theta)}}{1+\dfrac{K\beta}{F'(\theta)\,LD}}=\frac{R_n+\dfrac{\Delta f\cdot u^{0,5}}{F'(\theta)}\cdot\dfrac{K\beta}{\gamma(l)}}{1+\dfrac{1}{F'(\theta)}\cdot\dfrac{K\beta}{LD}} \tag{4.3}$$

cu : $\Delta zf=\gamma f\ (l^{0,5}\cdot u^{-1/2})=\gamma(l)\cdot u^{-0,5}$

unde : ETP sau E este evapotranspirația potențială exactă ; R_n — Radiația netă la suprafața considerată care depinde de albedoul său ; Δf — deficitul de saturație ; $F'(\theta)$ — derivata funcției tensiunii maxime a vaporilor de apă $F(\theta)$. θ este media între temperatura suprafeței evaporante și temperatura punctului de rouă ; β — o constantă reprezentînd raportul între grosimile stratelor limită laminare relative la temperatură și la vapori ; K — coeficient de conductibilitate moleculară a căldurii pentru aerul uscat ; D — coeficient de difuzie moleculară a vaporilor de apă în aer ; L — căldură latentă de vaporizare a apei ; Δzf — grosimea stratului limită echivalent relativ la vapori ; u — viteza vîntului ; $\gamma\ (l)$ — coeficient de forma și dimensiunea organului studiat.

— *presiunea vaporilor de apă în atmosferă* determină potențialul de vapori de apă ce pot fi transferați de la suprafața solului în atmosferă.

---

* Capacitatea de reflexie a diferitelor suprafețe terestre (apă, vegetație, sol, zăpadă) și a norilor constituie albedoul suprafeței terestre, albedoul Pămîntului :

$$A=\frac{R}{I}$$

unde :

A — este valoarea albedoului ; R — intensitatea radiației reflectată de unitatea de suprafață ; I — intensitatea radiației incidente absorbite de aceeași suprafață.

Scanned with OKEN Scanner

— *precipitaţiile*, (cantitatea şi uniformitatea) influenţează consumul de apă, în sensul că ele cad în serie frecventă sau la intervale mari în timpul verii. În funcţie de frecvenţa lor cantitatea de apă evaporată se poate determina în mod real la un moment dat.

— *vîntul*; cu rare excepţii, atmosfera este turbulentă mai ales în imediata apropiere a suprafeţei solului. Fenomenul mişcării aerului accelerează evaporaţia apei.

Factorii pedologici sînt specifici suportului prin care se realizează aprovizionarea cu apă a plantelor şi care sînt supuşi la o evaporaţie directă.

Dintre factorii pedologici mai importanţi enumerăm:

— umiditatea solului este factorul principal care condiţionează cantitatea apei evaporate. La umiditate mare evaporaţia apei de la suprafaţa solului este în unele condiţii ridicată. Evaporaţia apei din sol este condiţionată şi de nivelul apei freatice (tabelul 4.1).

— textura şi structura influenţează procesul evaporaţiei prin acţiunea ce se manifestă între relaţiile dintre apă şi plantă. În tabelul 4.1 se observă că solurile cu textură mijlocie pierd mai repede apa prin evaporare din stratul de la suprafaţă:

— culoarea, panta şi expoziţia solului influenţează prin particularităţile create de regimul termic al solului.

TABELUL 4.1

Evaporaţia apei din lizimetru (după I s r a e l s e n)

Sfîrşitul perioadei	Evaporaţia de la sup. apei (cm)	Evaporaţia din sol					
		sol nisipo-lutos					
		nivelul apei freatice faţă de suprafaţa solului (cm)					
		10	40	68	96	107	125
30.VIII	9,6	7,45	6,72	5,47	3,07	0,6	0,47
Total în perioada 30.VIII—4.X	32,09	28,35	25,63	20,05	10,60	2,43	2,43
în procente	100,00	88,20	79,80	62,40	33,00	7,63	7,24
		nisip de rîu					
		nivelul apei freatice (cm)					
		7,5	15,0	26,25	60		
4.VIII	2,52	1,55	1,67	1,25	0,47		
Total în perioada 4.VIII—16.X	47,32	32,65	30,52	27,30	5,67		
în procente	100,00	69,0	64,50	57,7	11,30		

Scanned with OKEN Scanner

Factorii biologici sînt proprii vegetației care diferențiază plantele morfologic și fiziologic, determinîndu-le să consume mai multă sau mai puțină apă.

Dintre factorii biologici amintim:

— *perioada de vegetație*; plantele cu perioada de vegetație lungă au *ET* mare;

— *faza de vegetație*; cu creșterea vegetativă indicele foliar atinge valori ce oscilează între 4 și 15, ca urmare *ET* crește;

— *bolile și dăunătorii*, cînd se manifestă riguros reduc fenomenul (*ET*);

— *plantele tinere* au transpirația mai intensă decît cele mature, iar cele cu adaptări morfofiziologice (cerificare, cutinizare etc.) transpiră mai puțin.

O serie de studii efectuate în Olanda scot în evidență rolul capacității de reflexie a diferitelor suprafețe (albedoul) în procesul (*ET*). Astfel în lizimetru cu apă (*E*) a fost de 591,8 mm/an, în cel cu sol 442 mm, iar în lizimetru cu *Lolium perenne* (*ET*) a ajuns la 769 mm.

4.2. TERMENI ȘI INDICI UTILIZAȚI ÎN EXPRIMAREA CONȚINUTULUI DE VAPORI DE APĂ DIN ATMOSFERĂ

La calcularea (*ET*) se face apel la o serie de noțiuni și indici ce caracterizează la un moment dat starea climatică a locului. Printre indicii frecvent folosiți enumerăm:

— *tensiunea vaporilor* (*e*) reprezintă presiunea parțială a vaporilor de apă din atmosferă. Se exprimă în dyne/cm², mm Hg și în milibari;

— *tensiunea maximă* a vaporilor de apă (*E'*), adică starea de echilibru sau limita maximă pînă unde crește cantitatea vaporilor de apă într-o unitate de volum care saturează spațiul la o anumită temperatură;

— *umezeala absolută* (*a*) sau cantitatea vaporilor de apă într-un m³ de aer (g/volum);

— *umezeala relativă* (*r*) se determină din raportul:

$$r = \frac{e}{E'} \cdot 100 \qquad (4.4)$$

— *deficitul de saturație* (*d*); se determină din relația:

$$d = E' - e \qquad (4.5)$$

— *punctul de rouă* (*R*) se obține prin temperatura la care trebuie ridicat aerul la presiunea constantă, pentru ca vaporii pe care îi conține să atingă saturația, sau tensiunea maximă a vaporilor de apă în atmosferă.

4.3. EVAPOTRANSPIRAȚIA (E.T.)

Rezultă din însumarea evaporației apei la suprafața solului (*E*) și a transpirației plantelor (*T*).

Transformarea apei în vapori necesită un consum de căldură echivalent cu energia necesară învingerii atracției dintre molecule și a presiunii exte-

Scanned with OKEN Scanner

rioare. Cantitatea de căldură necesară pentru evaporarea unui gram de lichid se numește *căldură latentă de evaporare*. Pentru calculul ei în cazul apei se folosește formula empirică:

$$C_l = 597 - 0{,}6\ t, \tag{4.6}$$

în care: C_l este căldura de evaporare a apei în calorii gram;
t — temperatura.

În scopul exprimării eficienței apei în producția vegetală este necesar să se cunoască cîtă apă se pierde direct din sol (prin evaporație) și cîtă indirect prin plante (transpirație). Pentru determinarea evaporării apei de la suprafața solului neacoperit și necultivat se folosesc frecvent formulele:

$$a)\ E = \sqrt{\Sigma ETP} \tag{4.7}$$

în care:

E este evaporația; ETP — evapotranspirația potențială

$$b)\ E = d\ (15 + 3v)\ \text{(mm/lună)} \tag{4.8}$$

în care:

E este cantitatea de apă evaporată în mm/lună; d — deficitul lunar al umidității aerului; v — viteza medie lunară a vîntului m/s la înălțimea giruietei.

Potențialul de evaporare la suprafața liberă a apei se măsoară și direct în mod curent cu evaporimetrul Bac de tipul:

— clasa „A" sau *Washington* așezat la suprafața solului;
— *Colorado*, care are pereți feriți de contactul cu razele solare;
— *plutitor*, specific măsurării evaporării la suprafața lacurilor și fluviilor.

4.4. TRANSPIRAȚIA

Reprezintă procesul fizic prin care apa sub formă de vapori este eliminată de plantele verzi prin frunze și intră în atmosferă. Cel mai mare obstacol pe care îl întîmpină apa în acest circuit este la trecerea prin stomate. După depășirea acestui prag apa este evaporată foarte repede în atmosferă datorită tensiunii vaporilor. În acest caz transpirația este condiționată:

a — de deficitul de saturație;

b — de suprafața totală a frunzelor și de capacitatea lor de transpirație.

În perioada de creștere plantele transpiră mari cantități de apă. Viteza cu care apa circulă în plante variază între 30—180 cm/oră. În condiții de temperatură ridicată viteza crește și mai mult. Cînd apa se transformă din lichid în vapori la nivelul frunzelor este nevoie de 540 calorii pentru fiecare cm^3 apă ca să poată fi convertită. Deci dacă nu-i căldură, transpirația nu are loc sau este foarte mică.

La suprafața de schimb a plantei (reprezentată esențial prin frunze) 0...30% din volumul vaporilor de apă eliminați de țesutul vegetal se efectuează prin cuticulă; cea mai mare parte a acestora (mai mult de 70%) sînt

Scanned with OKEN Scanner

difuzați direct de stomatele foliare. Transpirația de vîrf se produce în perioada zilei între orele 11...16 cînd amplitudinea diurnă a temperaturii este mare și umezeala relativă scăzută, cerul este clar și radiația este ridicată.

Suprafața frunzelor fiind de 4...15 ori mai mare decît suprafața solului acoperit de plante, transpirația poate egala evaporația de la suprafața liberă a apei.

4.5. EVAPOTRANSPIRAȚIA POTENȚIALĂ (ETP), REALĂ (ETR) ȘI REALĂ MAXIMĂ (ETM)

Studiile cantitative asupra evaporației făcute pe un sol acoperit sau neacoperit de vegetație, în diverse condiții—considerînd pe cele ale lui P e n m a n — au arătat că evapotranspirația provine din sol și din vegetație.

C. W. T h o r n t h w a i t e într-o primă aproximație arată că evapotranspirația (*ET*) este un fenomen fizic, plantele jucînd rol de fitil care ar pune la dispoziția forței de evaporare din atmosferă rezervele de apă din sol. Dacă plantele sînt din abundență aprovizionate cu apă (*ET*) va fi mai intensă decît în caz contrar. C. W. T h o r n t h w a i t e a numit aceasta, evapotranspirație potențială (*ETP*).

Majoritatea cercetătorilor, L. T u r c, R. J. B o u c h e t, M. H a l l a i r e etc., definesc evapotranspirația potențială (*ETP*) ca apă susceptibilă de a fi pierdută în stare gazoasă de către un covor vegetal alimentat în optim cu apă. J. R. B o u c h e t introduce noțiunea de evapotranspirație reală (*ETR*) care reprezintă apa realmente pierdută sub formă de vapori în condiții de climă și sol date.

Evapotranspirația reală este inferioară sau cel mult egală cu evapotranspirația potențială. Evapotranspirația reală pune în evidență rolul esențial jucat de stomate și cuticulă în modificările deficitului tensiunii vaporilor. B e n t z, în Belgia, precizează conținutul evapotranspirației locale introducînd noțiunea de evapotranspirație actuală (*ETA*) care reprezintă cantitatea de apă ce se evaporă în condiții naturale în atmosferă din complexul sol acoperit cu vegetație, alimentat exclusiv de precipitații. Evapotranspirația reală se realizează în condiții cînd umiditatea se află sub nivelul optim de aprovizionare cu apă al solului și plantelor.

Transpirația potențială se definește prin cantitatea de apă transpirată de o cultură verde care are culoarea raigrasului și care acoperă complet o suprafață suficient de bine alimentată cu apă.

Evapotranspirația reală maximă (*ETM*) definește consumul de apă care produce maximum de producție, pentru culturi semănate la distanțe mari între rînduri.

J. R. B o u c h e t pe lîngă evapotranspirația potențială (*ETP*) deosebește și o evapotranspirație punctuală care depinde de dimensiunea, forma și rugozitatea corpului considerat. Albedoul frunzei intervine pentru a defini energia disponibilă.

Din raportul $\frac{ETR}{ETP}$ se ajunge la noțiunea de evapotranspirație relativă (ε).

Indicele (ε) evapotranspirației relative pentru regiunile umede este egal cu 1, iar în zonele deșertice acest indice este zero. Se admite unanim că în perioada de creștere activă plantele cer condiții corespunzătoare evapotranspirației potențiale (*ETP*).

Solul, planta și atmosfera formează un singur sistem pentru mișcarea apei. Experiențele de cîmp arată că la orice normă de udare dată (ETP), ET optimă, (ETA) sînt dependente de umiditatea solului.

Precipitațiile ce cad într-o anumită zonă, nu întotdeauna satisfac consumul cerut de (ETP); diferența dintre (ETP) și ploile dintr-o regiune se notează prin deficit hidric teoretic, sau deficit pluviometric.

Sezonul de irigație și cantitatea de apă necesară depinde mai mult de evapotranspirația potențială decît de ploi. Irigația normală reprezintă diferența între evapotranspirația potențială și precipitații ținîndu-se seama de rezerva de apă înmagazinată în sol. Teoretic irigația începe cînd $ETP - P = 0$. Relațiile între evapotranspirație, umiditatea din sol și precipitații în coloană mm/zi H_2O se pot prezenta:

$$ETR = \frac{ETP}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (P \geqslant 0{,}25) \qquad (4.9)$$

$$ETR = ETP \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (P < 0{,}25;\ 0 < U_u \leqslant 25{,}3)$$

$$ETR = (ETP)\frac{U_m}{U_{m(\max)}} \quad \ldots\ldots\ldots (P < 0{,}25;\ U_u = 0)$$

în care:

ETP este evapotranspirația potențială estimată zilnic în coloană; ETR — evapotranspirația reală zilnică (adică ETP redusă de factorii: precipitații și ariditate); P — precipitații zilnice în coloană; U_u — umiditatea ușor asimilabilă (din stratul superior); U_m — umiditatea mai puțin accesibilă, din stratul mai profund; U_t — umiditatea totală în zona rădăcinilor ($U_u + U_m$).

Schimbarea zilnică a umidității este dată de relația:

$$\Delta U = P - ETR$$

Diferența de umiditate (ΔU) se adună algebric la umiditatea ușor asimilabilă (U_u).

Umiditatea ușor asimilabilă (U_u) în coloană nu este permis să coboare sub zero sau să fie mai mare de 25,3 mm. Orice plus de apă, peste această limită este transferat stratului cu umiditate mai puțin accesibilă (U_m). Dacă (U_m) este mai mare decît capacitatea maximă, atunci excesul de umiditate va fi preluat de stratul următor cu umiditate mai puțin accesibilă (U_m) dar niciodată nu poate fi sub zero.

În zilele în care se înregistrează precipitațiile (P) are loc (ETR) la valoarea 1/2 din (ETP).

În zilele fără precipitații, (ETR) este egală cu (ETP) numai dacă umiditatea în sol este peste cea ușor accesibilă, față de ziua precedentă.

Între umiditatea stratului de sol, forța evaporantă a atmosferei și drenajul apei mai jos de nivelul rădăcinilor există corelație pozitivă (tabelul 4.2).

La valori mici ale (ET) consumul de apă în cultura de lucernă este de 3,4 mm/zi. Apa pierdută prin drenaj sub nivelul stratului este de 11 mm în 4 zile în timp ce la valori mari ale ET drenajul este zero. Pentru stratul de sol de 1 200 mm cu evapotranspirația la valori mici pierderea de apă prin drenaj este de 22 mm în 5 zile, adică 220 m³/ha apă pierdută, care în mod cert contribuie la spălarea solului, poluarea apei freatice și ridicarea acesteia cu implicații asupra evoluției solului și producției agricole.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 4.2

Evapotranspirația la cultura de lucernă irigată, în lizimetru (după D. Miller)

Adîncimea stratului de sol (700 mm)			Drenaj (mm)	Adîncimea stratului de sol (1 200 mm)		Drenaj (mm)
Zile de la udare	3,5	7,5	–	3,3	8,3	–
Valori mici ale (ET) în mm/zi	3,4	4,0	11	3,6	4,1	22
Valori mari ale (ET) în mm/zi	10,0	12,0	0,0	8,5	11,6	19

La interpretarea umidității solului ca factor de vegetație trebuie să se acorde o atenție deosebită puterii evaporante a atmosferei (F_a) (fig. 4.1).

În fig. 4.1 puterea evaporantă a atmosferei a fost apreciată în funcție de intensitatea evaporației la suprafața liberă a apei în mm/zi în evaporimetru tip „Bac" clasa „A" (fig. 4.2).

În cazul cînd (F_a) este egală sau mai mică de 4 mm/zi (puterea evaporantă a atmosferei este mică) umiditatea solului la 40% din capacitatea de cîmp (C) asigură o dezvoltare optimă a plantelor deoarece raportul $\frac{ETR}{ETP}$ tinde să se apropie de 1 (0,90—0,95). Cînd puterea evaporantă a atmosferei crește la 6 mm/zi, valoarea raportului $\frac{ETR}{ETP} = 1$ se obține la o umiditate a solului de 70% din (C). Deci în asemenea condiții atmosferice, plantele sînt asigurate în optim cu apa la un plafon de umiditate a solului mult mai ridicat.

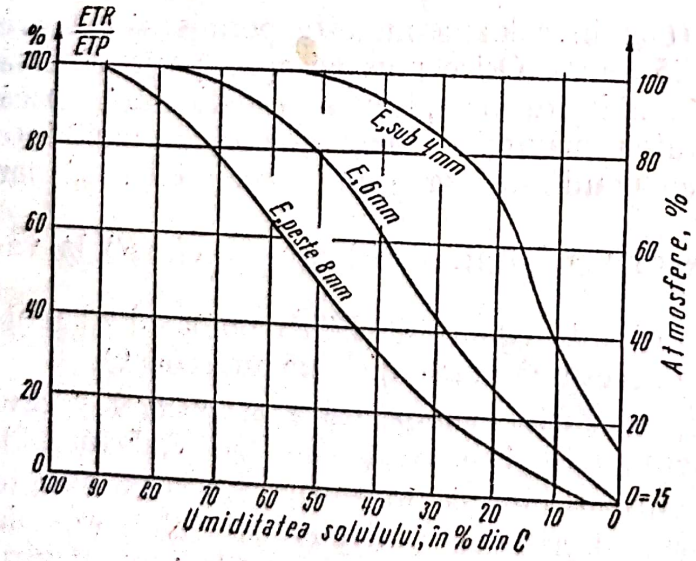


Fig. 4.1. Variația raportului $\frac{ETR}{ETP}$ în funcție de $U\%$ a solului și forța evaporantă a atmosferei dintr-un lan de porumb:
E — evaporația la suprafața liberă a apei în evaporimetru „Bac" clasa „A".

Dacă puterea evaporantă a atmosferei (F_a) depășește 8 mm/zi atunci plantele sînt satisfăcute la nivel optim cu apă la umiditatea solului de 80—85% din (C).

Pe teritoriul țării noastre variația umezelii relative (r) fiind deosebit de mare se înțelege că va influența diferențiat puterea evaporantă a atmosferei (F_a).

În luna iulie (r) pe zone geografice se prezintă astfel: Transilvania 65—70%, Cîmpia vestică 50—65%, Cîmpia sudică 55—62%, litoral peste 70%. În zonele unde (r) este

mare, (F_a) va fi mai mică (exemplu Dobrogea) şi producţii mari se vor obţine la un procent de umiditate a solului mult mai scăzut comparativ cu zonele în care (r) este mic şi (F_a) este mare, exemplu Oltenia.

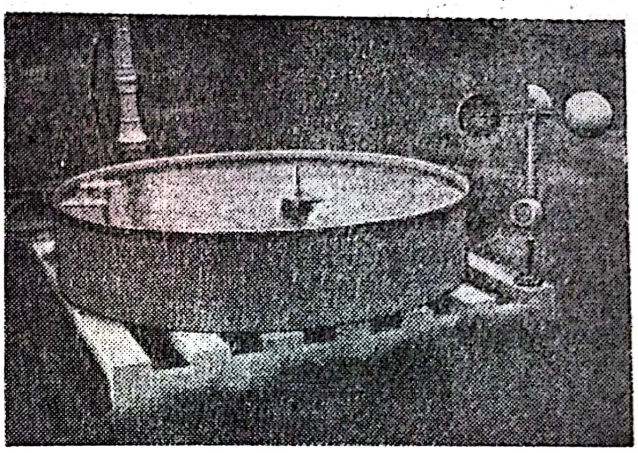


Fig. 4.2. Evaporimetru tip «Bac» clasa „A", cu anemometru.

Consumul de apă (ET) este mult influenţat de gradul de acoperire al solului de către culturi. Frunzele plantelor reprezintă o suprafaţă importantă prin care are loc schimbul de căldură şi vapori de apă cu atmosfera. Dacă din punct de vedere fizic (ETP) reprezintă trecerea apei din stare lichidă în cea de vapori cu un consum de energie de 54,7 cal. pentru evaporarea unei pelicule de 1 mm pe suprafaţa de 1 cm², la nivelul unui covor vegetal cantitatea de energie necesară acestei transformări este foarte importantă (de 50 ori mai mare decît cea folosită la fotosinteză). Un număr mare de plante pe unitatea de suprafaţă interceptează mai multă energie solară, ca urmare transpiraţia este mai mare. La număr mic de plante la unitatea de suprafaţă evaporaţia este mai mare decît la desime mare. Bariera între cele două fenomene, evaporaţie (E) şi transpiraţie (T), este complexă deoarece desimea optimă a unei culturi este condiţionată şi de fertilitatea solului.

În fig. 4.3 se arată că producţia maximă (q_1) în cazul curbei (a) se realizează la desimea plantelor (P_1), în timp ce pe curba (b) valoarea producţiei maxime (q_2) se obţine cînd desimea plantelor (P_2) este cu 50% mai mare decît în primul caz. Această diferenţă se datorează radiaţiei solare. În regim cu nivel înalt de radiaţie, cînd desimea plantelor se apropie de optim, poate avea loc scăderea producţie faţă de desimea mică a plantelor (porţiunea (c) a curbei), scădere care se datorează umidităţii insuficiente.

Uşurinţa cu care solul umed pierde apa prin evaporare în prima zi după udare, comparativ cu transpiraţia plantelor şi descreşterea evaporaţiei solului necultivat, cu formarea crustei, conduce la practicarea irigaţiei fie numai de înviorare, cu intensitate orară de 2 mm, fie la irigarea prin picurare cu picurătoare îngropate la 5—7 cm. (G. S. Nesterova şi E. A. Veitman 1972).

Cantitatea de apă (U) necesară fenomenului de transpiraţie se schimbă pe parcursul perioadei de vegetaţie a plantelor :

$$U = \frac{[N \cdot C \cdot S] + P_e}{ETP} = \frac{ETR}{ETP}, \quad (4.10)$$

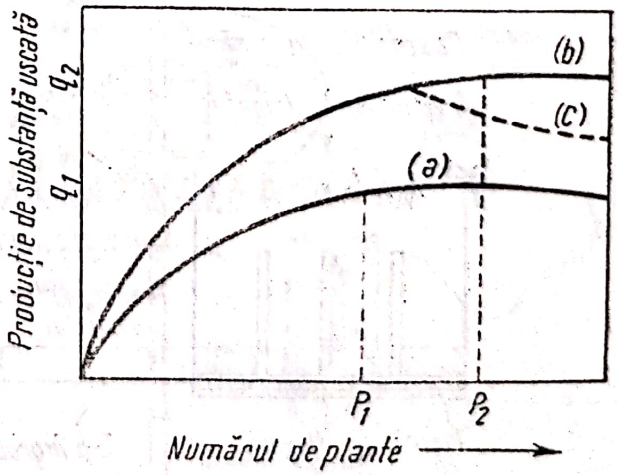


Fig. 4.3. Diagrama relaţiei, producţie, substanţă uscată şi desimea culturii :
q_1, q_2 — producţie ; P_1, P_2 — număr de plante ; a, b, c — nivele de producţie.

Scanned with OKEN Scanner

unde: N reprezintă numărul de udări efective; C — procente de umiditate disponibilă a solului care poate fi folosită înainte de a se atinge tensiunea critică a umidității solului; S — apa înmagazinată și disponibilă în funcție de tipul de sol specific fiecărei culturi; P_e — precipitații eficiente (75% din cele reale).

Din cele prezentate rezultă că pentru caracterizarea unui climat nu este suficient a prezenta numai cantitatea de precipitații căzute și consumul de apă al plantelor, ci este necesar ca odată cu acestea să se cunoască și evapotranspirația reală maximă a fiecărei culturi pe baza căreia se poate face un bilanț al apei din sol. Determinînd necesarul de apă și cunoscînd cantitatea de apă de care poate beneficia cultura din precipitații și din aport freatic, se deduce cantitatea de apă ce trebuie suplimentată sub forma apei de irigație.

4.6. METODE DIRECTE DE DETERMINARE A CONSUMULUI DE APĂ

Pentru determinarea consumului de apă al unei culturi agricole se cunosc măsurători directe și indirecte. Măsurătorile directe se execută prin:

— experiențe în vase și lizimetre;
— parcele experimentale de cîmp;
— studii și experiențe în fitotron (camere cu nivel climatic reglabil);
— metoda bilanțului în puncte caracteristice.

Experiențe în vase și lizimetre care înregistrează evapotranspirația reală maximă (*ETM*). Siguranța determinării consumului de apă cu ajutorul vaselor sau lizimetrelor depinde de gradul de reproducere a condițiilor naturale. Condițiile artificiale au o serie de neajunsuri ca: limitarea solului, mărimea vasului, reglarea aprovizionării cu apă, uneori și mediul înconjurător. Lizimetrele trebuie amplasate în condiții identice cu ale culturii analizate încît factorii ce afectează consumul de apă să acționeze cu aceeași intensitate (fig. 4.4).

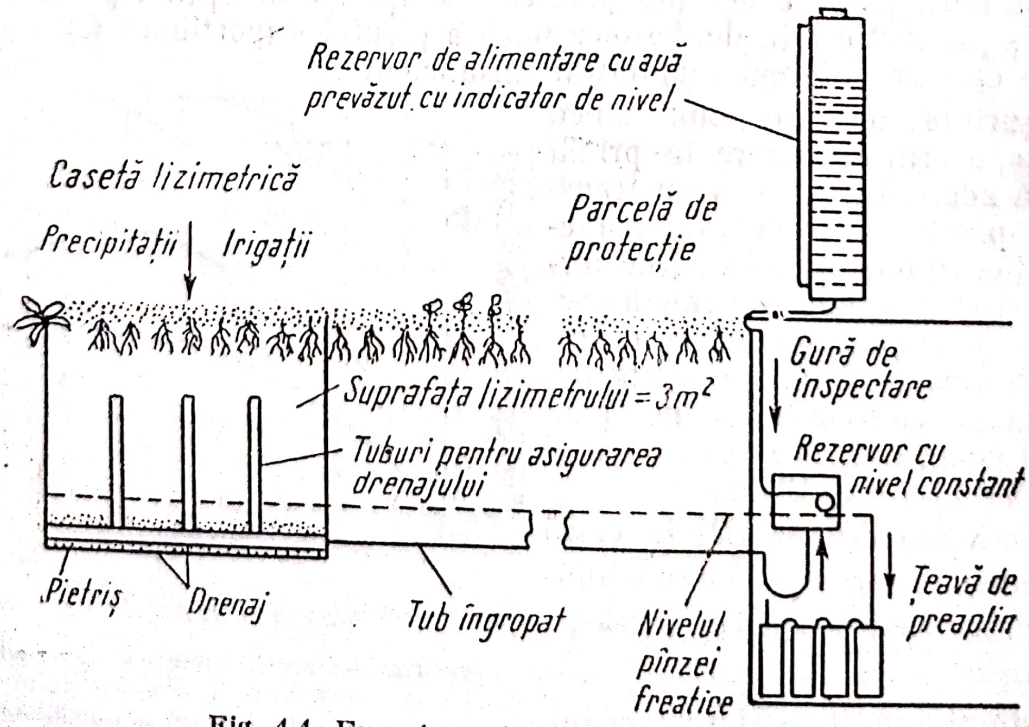


Fig. 4.4. Evapotranspirometru tip Versailles.

Scanned with OKEN Scanner

Cîntărirea constituie mijlocul precis de determinarea consumului de apă din lizimetre. Lizimetrele prevăzute cu alimentare de apă după tipul Mariotte s-au dovedit bune pentru măsurarea evapotranspirației pentru diferite adîncimi ale pînzei de apă freatică. Tipul dublu de vas de sol cu un spațiu inelar între peretele interior și exterior este considerat cel mai bun. Tipul de alimentare Mariotte furnizează apa în măsura în care este necesar să se mențină un nivel fix de apă în spațiul inelar al vasului cu sol.

Cantitatea de apă extrasă este determinată prin calculul diferențelor rezultate între citirile zilnice sau săptămînale făcute la gradațiile unui tub de sticlă atașat la vasul de aprovizionare. Eficiența folosirii vasului echipat după tipul Mariotte constă în ușurința cu care se pot face măsurătorile periodice ale consumului de apă.

Parcele experimentale în cîmp. Experiențele în vase și lizimetre nu întrunesc întotdeauna condițiile naturale ale solului, deoarece sînt moduri diferite de a pregăti și așeza solul. Măsurătorile pentru studiul umidității solului efectuate în parcele experimentale în cîmp sînt mai sigure decît măsurătorile în vase și lizimetre. În prezent la determinarea umidității solului se utilizează sonda cu neutroni (fig 4.5).

Primele măsurători ale consumului de apă făcute în cîmp datează încă din 1902. Ele s-au efectuat pe un teren cu nivelul apei subterane la o adîncime de aproximativ 22,5 m. Plantele au primit apă nu numai din precipitațiile căzute în pericada de vegetație ci și din apa de irigație, adică din umiditatea solului reținută capilar. Nu a existat scurgere la suprafață în parcelele experimentale folosite iar pierderile de apă prin infiltrație în adîncime n-au fost măsurate.

Din cercetările executate s-a dovedit că la fiecare cultură recolta crește repede pînă la un anumit punct, în raport cu creșterea consumului de apă și după aceea, cu sporirea consumului de apă, descrește sau crește foarte puțin. La punctul de curbură al producției apa consumată este echivalentă noțiunii „*consum de apă*".

Fluctuațiile nivelului apei freatice reprezintă o bază în aprecierea consumului de apă. Pierderile prin evaporație sînt indicate prin măsurătorile făcute asupra ridicării și coborîrii zilnice a nivelului freatic în puțuri speciale, echipate cu mire de înregistrarea nivelului.

Studii și experiențe în fitotron. Consumul de apă pentru diverse culturi a fost determinat prin studii numeroase efectuate asupra umidității solului. Metoda este rapidă și permite cercetarea economică a unui număr mare de variante atît pentru sol cultivat cît și necultivat. Rezultatele obținute și confruntate cu cele din cîmp sînt semnificative.

Studiul umidității solului în fitotron se execută prin electrometrie, radiometrie, tensiometrie și calorimetrie.

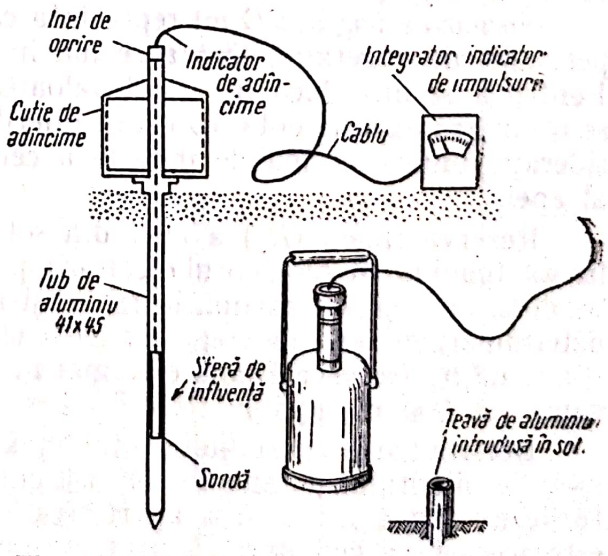


Fig. 4.5. Sonda cu neutroni pentru determinarea umidității solului.

Bilanțul apei în puncte caracteristice. Principiul metodei constă în stabilirea bilanțului de apă din sol. La *intrări* se trec toate sursele de aprovizionare cu apă ale solului cum sînt:

— rezerva de apă din sol la începutul perioadei de vegetație (R_i);
— suma precipitațiilor din perioada de vegetație a plantei (P);
— cantitatea de apă dată prin irigație, adică norma de irigație (Σm).

La *ieșiri* se trece:

— consumul total de apă al culturilor (ETR);
— rezerva de apă rămasă în sol în momentul recoltării (R_f) rezerva finală.

Făcînd bilanțul între intrări și ieșiri se obține:

$$R_i+P+\Sigma m=ETR+R_f \qquad (4.11)$$

din care: $ETR=R_i+P+\Sigma m-R_f$

Rezerva inițială a apei din sol (R_i), reprezintă cantitatea de apă din sol, în m³/ha, ce se găsește primăvara pe adîncimea luată convențional de 1,5 m. Din studiile făcute la noi în Cîmpia Dunării s-a constatat că în stepă moderată fără alimentare freatică, rezerva inițială se află sub valoarea corespunzătoare capacității de cîmp pentru apă în medie cu aproximativ 900 m³ apă/ha reprezentînd 80% din capacitatea de cîmp a solului:

$$R_i=C-900 \text{ m}^3/\text{ha}. \qquad (4.12)$$

În zona trecerii de la silvostepă, spre zona pădurilor de cîmpie, rezerva inițială (R_i) reprezintă circa 90% din capacitatea de cîmp pentru apă. Pe solurile cu alimentare freatică rezerva inițială se poate considera egală cu valoarea corespunzătoare capacității de cîmp pentru apă a solului.

Din precipitațiile căzute în perioada de vegetație (P) se valorifică numai cele mai mari de 5 mm sau cel mult egale, deoarece precipitațiile mai mici de 5 mm nu influențează practic bilanțul de apă al solului. Luînd în considerație numai ploile mai mari sau egale cu 5 mm se ajunge la o reducere a precipitațiilor față de total, cu 25—30%. În tabelul 4.3 se prezintă relațiile de calcul a (R_f) și (R_i).

Norma de irigație (Σm) reprezintă cantitatea de apă ce s-a dat în cursul perioadei de vegetație, fără a se lua în considerare udările de aprovizionare. Pentru a se introduce în calcul valoarea cea mai justă a normei de irigație se utilizează experimental cantități diferite de apă de irigație, luîndu-se în considerație numai norma de irigație a celui mai mic coeficient de valorificare al apei.

Rezerva finală (R_f) a apei din sol reprezintă cantitatea de apă rămasă în sol toamna în momentul recoltării, pe adîncimea luată convențional de 1,5 m. Se determină și se exprimă la fel ca și rezerva inițială (R_i). După numeroase determinări în zona de stepă s-a găsit că (R_f) este aproximativ egală cu C_o+ +500 m³/ha (rezerva finală este mai mare decît umiditatea la ofilirea permanentă cu 500 m³ apă la ha).

Determinarea consumului total maxim de apă al culturilor agricole prin metoda bilanțului de apă în sol, așa cum s-a arătat mai sus, se referă la culturile de primăvară și fără aport freatic. Pentru culturile de toamnă metoda este aceeași, cu deosebire că cifra consumului total rezultă din însumarea consumului total din perioada de primăvară și vară.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 4.3

Relații de calcul pentru evaluarea și prognoza de umiditate accesibilă plantelor în stratul de sol 0–150 cm (după S. Apetroaei)

Zona naturală	Relații de calcul a rezervei de umiditate accesibilă plantelor			
	Rezerva inițială la 31 martie (R_i)		Rezerva finală la 31 octombrie (R_f)	
	Grîu de toamnă	Arături de toamnă	Grîu de toamnă	Arături de toamnă
Sol: cernoziom carbonatic și sol bălan Nivel freatic 5 m Textură: $n-l$; $l-n$ Stepă uscată	$P=\Sigma P$ VIII–III $R_i=0{,}48\ P+60{,}5$	$R_i=0{,}47\ P+53{,}4$	$P=\Sigma P$ IV–X $R_f=0{,}39\ P-52{,}0$	$R_f=0{,}30\ P-20{,}5$
Sol: Cernoziom castaniu și ciocolat. Nivel freatic: 5 m Textură: $n-l$; $l-n$ Stepă moderată	$R_i=0{,}48\ P+77{,}5$	$R_i=0{,}47\ P+94{,}5$	$R_f=0{,}39\ P-20{,}3$	$R_f=0{,}30\ P-8{,}7$
Sol: cernoziom levigat Nivel freatic 5 m Textură: $l-a$; $a-l$ Silvostepă: Cîmpia Română, Siret-Prut	$R_i=0{,}48\ P+52{,}1$	$R_i=0{,}47\ P+44{,}0$	$R_f=0{,}38\ P-34{,}6$	$R_f=0{,}30\ P-4{,}3$
Franj capilar în profilul solului Nivel freatic 2–3 m Textură: $n-l$; $l-n$ Soluri freatic umede-aluv.	$R_i=0{,}48\ P+102{,}0$	$R_i=0{,}47\ P+116{,}0$	$R_f=0{,}39\ P-1{,}9$	$R_f=0{,}30\ P+39{,}4$
Franj capilar în profilul solului Textura: $n-l$; $l-n$; $l-a$; $a-l$ nivel freatic 1,5 m Soluri freatic umede	$R_i=0{,}19\ P+189{,}0$ $R_i=0{,}19\ P+114{,}0$	$R_i=0{,}18\ P+248{,}3$ $R_i=0{,}18\ P+133{,}3$	$R_f=0{,}28\ P+84{,}2$ $R_f=0{,}28\ P+24{,}2$	$R_f=0{,}32\ P+66{,}5$ $R_f=0{,}32\ P-8{,}5$

n = nisipos
l = lutos
a = argilos

Scanned with OKEN Scanner

Cînd la alimentarea cu apă a solului concură și apa freatică bilanțul de apă al solului este deschis.

Bilanțul apei în solul alimentat freatic pentru perioada de vară interesează în mod deosebit și se exprimă prin relația:

$$R_i + P + A_f + \Sigma m = ETR + R_f \qquad (4.13)$$

Ri este rezerva inițială a apei din sol la 1 aprilie pe adîncimea de 1,5 m;

A_f — aport freatic.

Pentru determinarea corectă a consumului de apă cu ajutorul bilanțului de apă din sol, este absolut necesar ca lucrarea să se execute pe un teren fără aport freatic în condițiile unei agrotehnici corespunzătoare.

Pentru Cîmpia Dunării s-au determinat valorile consumului total de apă și s-a stabilit că aportul de apă provenită din precipitațiile de vară (P_v) și din zăpadă, este în general mai mic decît consumul de apă la majoritatea plantelor cultivate și ca urmare irigația reprezintă o măsură oportună și absolut necesară în zona de cîmpie.

Cifrele prezentate în tabelul 4.4 sînt orientative, arătînd ordinea de mărime și raportul dintre diferitele culturi agricole.

În silvostepă consumul total de apă este mai redus datorită consumului neproductiv care este mai mic decît în stepă. Consumul zilnic de apă este variabil în decursul perioadei de vegetație; la început este mai redus apoi crește treptat atingînd o valoare maximă în timpul fazei critice pentru umiditate. Aceasta corespunde de obicei cu cel mai mare consum neproductiv din sol, datorită arșițelor și vînturilor din cursul verii, apoi scade treptat spre faza de maturitate a plantei (tabelul 4.4).

TABELUL 4.4

Consumul total de apă la principalele culturi agricole în condițiile de stepă și silvostepă din Cîmpia Dunării (M. Botzan)

Cultura agricolă	Consumul de apă (m³/ha)		Perioada de vegetație considerată
	în stepă	în silvostepă	
Grîu de toamnă	3 000	2 800	1.IV—1.VII
Porumb	6 400	5 600	1.V —1.X
Cartofi	7 100	5 000	1.V —1.X
Fasole	4 000	3 800	1.V —15.VIII
Lucernă anul I	6 800	6 300	1.IV—1.X
Lucernă anul II	9 200	6 800	1.IV—1.X

Valorile maxime ale consumului zilnic de apă la cîteva culturi agricole în zona de stepă sînt semnificative:

Cultura	*Consumul de apă zilnic (m³/ha)*
Porumb	70
Cartofi	60
Fasole	40
Sfeclă de zahăr	100

Aceste valori maxime s-au înregistrat în anii normali începînd cu a doua jumătate a lunii iunie și pînă la sfîrșitul lunii august. Cifrele au importanță practică deoarece indică, în limite aproximative, frecvența intervențiilor cu apă de irigație, apreciind că o normă obișnuită de udare de 600—700 m³/ha apă este epuizată în 6—12 zile.

Scanned with OKEN Scanner

4.7. METODE INDIRECTE PENTRU DETERMINAREA CONSUMULUI DE APĂ (EVAPOTRANSPIRAȚIA POTENȚIALĂ) (ETP)

Stabilirea unei corelații între consumul de apă al unei culturi agricole pe de o parte și diferite elemente climatice caracterizate prin date meteorologice de observație curentă pe de altă parte, a devenit o problemă ce preocupă pînă în prezent pe foarte mulți cercetători.

Pentru rezolvarea acestei probleme se fac observații meteorologice speciale, legate de activitatea cîmpurilor experimentale irigate și se stabilesc formule empirice cu coeficienți caracteristici pentru anumite zone pedoclimatice. Determinarea indirectă dă rezultate aproximative care sînt valabile pentru zone mari și care se folosesc mai ales în faza de proiectare.

Măsurarea indirectă a consumului de apă (*ETP*) se face prin mai multe metode, luîndu-se ca bază de calcul:

— corelarea evaporației (*E*) de la suprafața liberă a apei sau unui corp poros cu evapotranspirația reală maximă (*ETM*) determinată experimental;

— temperatura aerului; (metodele Thornthwaite, Blaney-Criddle, Turc ș.a.);

— deficitul de saturație al aerului sau al umidității absolute a aerului (metoda Ivanov, Alpatiev, Papadakis ș.a.);

— bilanțul termic sau radiativ (metoda Penman ș.a).

— metode complexe în care intră mai mulți factori (metoda Turc ș.a.)

Toate aceste metode au caracteristic, posibilitatea verificării și adaptării lor în funcție de schimbarea netă a condițiilor pedoclimatice.

În unele țări se utilizează pe scară largă metoda Thornthwaite, Turc, Penman și Blaney-Criddle.

În țara noastră s-au executat verificări sistematice asupra unor metode și s-a urmărit corelația cu datele experimentale.

Metoda Thornthwaite. Determinarea evapotranspirației potențiale (*ETP*), după această metodă se face aplicînd formula:

$$ETP = 1{,}6\ k\left(\frac{10 \cdot t}{I}\right)^{a} \quad \text{(cm/lună)} \tag{4.14}$$

în care:

t este temperatura medie lunară în °C; K — coeficientul de corecție în funcție latitudine (tabelul 4.5); I — suma celor 12 indici lunari (i) rezultînd din:

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1{,}514}$$

$$a = 0{,}000000675 \cdot I^3 - 0{,}0000771 \cdot I^2 + 0{,}01792 \cdot I + 0{,}49239$$

sau: $a = \frac{1{,}6}{100} \cdot I + 0{,}5$ pentru $I < 80$

$$a = x^3 + x^2 + 2x + 0{,}5 \text{ pentru } I > 80$$

unde: $x = \frac{8{,}8}{100} \cdot I$

Aplicînd această formulă pe teritoriul României, Donciu C. a găsit că evapotranspirația potențială depășește 700 mm anual în Cîmpia Dunării. Cea mai mare parte a zonei irigabile a țării noastre are evapotranspirația mai mare de 650 mm anual.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 4.5

Valorile lunare ale lui K în funcție de latitudine, pentru corectarea formulei Thornthwaite

Latitudinea \ Luna	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
40	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81
45	0,80	0,81	1,02	1,13	1,28	1,29	1,31	1,21	1,04	0,94	0,79	0,75
50	0,74	0,78	1,02	1,15	1,33	1,36	1,37	1,25	1,06	0,92	0,76	0,70

Metoda Blaney-Criddle. În S.U.A. în partea de vest se aplică frecvent metoda Blaney-Criddle fiind mai ușor de calculat.

Relația de bază în cadrul acestei metode este:

$$ETP = K \cdot F, \tag{4.15}$$

unde: ETP este consumul pentru cultura respectivă, pentru timpul dat; K — coeficientul empiric (anual pe sezon de irigație sau faze de creștere), iar

$$F = \frac{t \cdot p}{100}, \tag{4.16}$$

unde: t este temperatura medie în grade Fahrenheit; p — procentul lunar al orelor de zi din an.

Pentru suprafețe mai mari formula Blaney-Criddle în sistem metric devine:

$$ETP = Kp\left(\frac{45{,}7 \cdot t + 813}{100}\right), \text{ [mm/lună]} \tag{4.17}$$

în care: t este temperatura medie lunară în °C.

Această formulă a fost verificată în foarte multe țări și s-a demonstrat că este corectă pentru calculul consumului de apă pe cale indirectă.

Metoda Turc. În cazul acestei metode se demonstrează că (ETP) depinde mai mult de climă și este mai puțin dependentă de tipul de vegetație.

Evaluarea ETP după Turc L. se face în funcție de valorile meteorologice în felul următor:

a. Cînd umezeala relativă a aerului din zona irigabilă este mai mare de 50% se aplică formula:

$$ETP = c\,\frac{t}{t+15}\,(I_g + 50), \text{ (mm/lună)} \tag{4.18}$$

în care: t este temperatura medie în °C; cînd (t) este inferior sau egal cu zero, ETP este zero; I_g — radiația globală medie zilnică în cal/cm²/zi; c — coeficient care pentru toate lunile=0,40, excepție luna februarie cînd este=0,37; pentru o decadă c=0,13.

b. Cînd umezeala relativă a fiecărei luni este mai mică de 50%, formula se corectează astfel:

$$ETP = c\,\frac{t}{t+15}\,(I_g + 50)\left(1 + \frac{50 - hr}{70}\right) \text{ (mm/lună)} \tag{4.19}$$

unde: hr este umezeala relativă a aerului în perioada lunii considerate.

Scanned with OKEN Scanner

Evaluarea lui I_g se efectuează cu relaţia:

$$I_g = I_g A \left(0{,}18 + 0{,}62 \frac{h}{H}\right),$$

unde: $I_g A$ este radiaţia globală (în cal/cm²/zi) la limita atmosferei; h — durata efectivă a insolaţiei pe totalul perioadei; H — durata totală a zilei pe aceeaşi perioadă.

Pe baza determinărilor indirecte cu metoda T u r c L. efectuate în Franţa s-a ajuns aproximativ la aceleaşi date obţinute experimental. Rezultatele de mai jos demonstrează suficient de clar exactitatea formulelor aplicate (tabelul 4.6).

TABELUL 4.6

ETP în mm pe lună se prezintă astfel:

Luna / ET	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ETM măsurată	30	40	70	80	120	140	180	150	100	70	40	30
ETP calculată	24	36	61	94	124	150	168	138	103	62	34	20

Totalul evapotranspiraţiei reale maxime (*ETM*) măsurate este de 1 050 mm iar al (*ETP*) calculate este de 1 020 mm.

Abaterile faţă de evapotranspiraţia reală maximă (*ETM*) măsurată, nu sînt mai mari de ±15%.

Metoda Bentz. În Belgia se aplică cu bune rezultate formula lui T u r c L. modificată de B e n t z în felul următor:

$$ETP = E_{Gbx}\left(\frac{tx}{tx+15}\right)\left(1+\frac{15}{t_{Gbx}}\right), \text{ (mm/lună)} \qquad (4.20)$$

în care: E_{Gbx} este (*ETM*) pe lizimetre gazonate, în mm; t_{Gbx} — temperatura, în °C a zonei respective; tx — temperatura punctului de staţie în °C.

Utilizarea acestei formule presupune ca radiaţia globală solară, în cal/cm^{-2}/zi^{-1} este practic aceeaşi pentru toate staţiunile din zona irigabilă.

Metoda Bouchet. Se practică pe scară mare în Franţa:

$$ETP = \alpha \cdot E_p \cdot \lambda(\theta) \text{ (mm/zi)} \qquad (4.21)$$

unde: α este un coeficient în cazul adăpostului meteorologic tip; Ep — evaporaţia măsurată la evaporimetru Piche, în mm/zi; λ — coeficientul depinzînd de (θ); θ — temperatura medie cuprinsă între temperatura aerului şi temperatura punctului de rouă (vezi anexa 1).

Metoda Papadakis J. Este o metodă eficace în ţările riverane M. Mediterane:

$$ETP = 0{,}5625 \ (e_{ma} - e_{m_{1-2}}), \text{ (mm/lună)} \qquad (4.22)$$

unde: e_{ma} este tensiunea vaporilor de saturaţie corespunzătoare mediei maximului zilnic în milibari; $e_{m_{1-2}}$ — tensiunea vaporilor de saturaţie corespunzătoare mediei minimului zilnic în milibari minus 2, doi reprezentînd diferenţa normală între media minimului zilnic şi punctul de rouă.

Toate aceste formule pot fi utilizate în calcularea (*ETP*). Adaptarea uneia sau alteia depinde de abaterea faţă de evapotranspiraţia reală maximă măsurată în lizimetru pe o cultură.

Scanned with OKEN Scanner

4.8. COEFICIENTUL DE VALORIFICARE AL APEI

Raportînd consumul total de apă al unei culturi agricole la producția obținută (produs principal) se obține coeficientul de valorificare al apei. Acesta poate servi la caracterizarea modului de folosință cantitativ al apei (tabelul 4.7).

$$\text{Coeficient de valorificare a apei} = \frac{\text{consumul total de apă în m}^3\text{/ha}}{\text{producția în kg/ha}}$$

TABELUL 4.7

Coeficientul de valorificare al apei în Cîmpia Dunării (M. Botzan)

Cultura irigată	Perioada de vegetație considerată	Coeficient de valorificare al apei (m³/kg)	
		stepă moderată	silvostepă
Grîu de toamnă	1.IV—1.VII	1,45	0,86
Fasole	1.V —15.VIII	1,98	1,89
Porumb	1.V —1.X	0,93	0,69
Lucernă II	1.VI—1.X	0,46	0,39

Valorile mici ale coeficientului arată o valorificare bună a apei și invers pentru valorile mari. Apa este mai bine valorificată în silvostepă decît în stepă.

4.9. METODE PRIN CARE SE REDUCE EVAPOTRANSPIRAȚIA (ET)

Primii cercetători în domeniul irigațiilor — în S.U.A. — au considerat că evaporația de la suprafața solului poate să fie puternic micșorată prin formarea la suprafața solului a unui strat afînat realizat prin prășire. Ipoteza inițială că mișcarea capilară este foarte puternică și că un strat de sol uscat prășit la suprafață ar opri ascensiunea, a fost unanim acceptată.

În 1917 însă Call și Sewell au scos în evidență că multe experiențe care demonstrau economisirea apei prin prășire au fost făcute pe terenuri cu apa freatică superficială sau pe coloane de sol în laborator, în care solul era saturat cu apă, sau ținut în contact cu suprafața liberă a apei.

Alway și Mc-Dole care au făcut experiențe privind mișcarea apei în soluri în condiții cu totul independente de suprafața liberă a apei au găsit o mișcare ascendentă relativ slabă. Veihmeyer și Saxena, făcînd cercetări amănunțite asupra influenței prășitului cît și a pierderilor de apă prin evaporație din scluri care nu sînt în contact cu suprafața liberă a apei, conchid că prășitul nu reduce pierderile de umiditate prin evaporație de la suprafața terenurilor neacoperite de vegetație (atît în vase cît și în parcele cercetate).

Z. Shaw studiind influența stratului afînat de sol în laborator a tras concluzia că stratul afînat de sol poate reduce pierderea de umiditate numai atunci cînd apa sprijinită sau suspendată este în limitele ridicării capilare la suprafață.

Schleusener și Corey au stabilit că efectul de histerezis reduce viteza de evaporare de pe suprafața unui sol atunci cînd valorile potențialului de evaporare sînt mai mari. Saxena precizează că îndepărtînd crusta de

pe coloanele de sol — formată ca urmare a uscării — viteza de evaporare a crescut brusc (fig. 4.6).

Cercetările recente demonstrează că afînarea solurilor — care nu sînt excesiv de umede sau în contact cu nivelul freatic — nu este avantajoasă în reducerea consumului de apă deoarece venitul net pe unitate de produs principal este mic iar consumul de energie mare.

Studii efectuate în lizimetre dovedesc că și lucrările de întreținere pe solurile irigate au efect negativ în economia apei (tabelul 4.8).

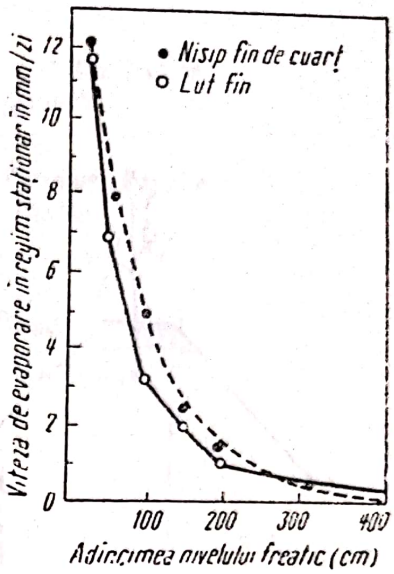


Fig. 4.6. Influența nivelului freatic asupra vitezei de evaporare la suprafața solului în condițiile unui potențial energetic constant.

Factorii agrotehnici asupra cărora trebuie să acționăm în vederea sporirii producției, implicit și asupra coeficientului de valorificare al apei sînt: folosirea soiurilor productive, cantități echilibrate de fertilizanți chimici și organici, număr optim de plante, combaterea buruienilor, întreținerea corectă a terenului cerută de fizica solului etc.

Mecanismul de control al deschiderii stomatelor și influențarea acestuia prin mijloace chimice au deschis căi noi în combaterea pierderilor de apă productive. În prezent se consideră că cea mai mare parte a pierderilor de apă prin transpirație o reprezintă reacția pasivă a plantelor la condițiile atmosferice.

În cultură mare cînd (*ET*) se controlează riguros s-a stabilit că producție agricolă satisfăcătoare se obține și la un consum de apă din sol de 130—250 mm, în timp ce în condiții de irigare (dar *ET* necontrolată) se folosesc peste 750 mm/an.

În aplicarea metodelor cu rol central în controlul și reducerea (*ET*), trebuie să se țină seama în evaporarea apei din sol de cele trei stadii:

a — pierderea rapidă de apă (cînd evaporația depinde de caracteristica aerului de lîngă sol);

b — scăderea sensibilă, în intensitate a evaporației (simultan cu descreșterea rezervei de apă din sol). În acest stadiu influența condițiilor atmosferice scade treptat și intră în acțiune proprietățile solului;

TABELUL 4.8

Evaporația în lizimetre pentru diferite variante (Tholonet) Franța

Varianta	Perioada de 6 săptămîni de la 4 septembrie pînă la 15 octombrie		Evaporația în % din solul necultivat și bine udat
	Total, în mm	Media zilnică	
ETP după (B o u c h e t)	134	3,2	—
Sol necultivat prășit, bine udat	117	2,8	100
Sol necultivat neprășit, udat	90	2,1	77
Sol necultivat, neprășit acoperit cu paie	55	1,3	47

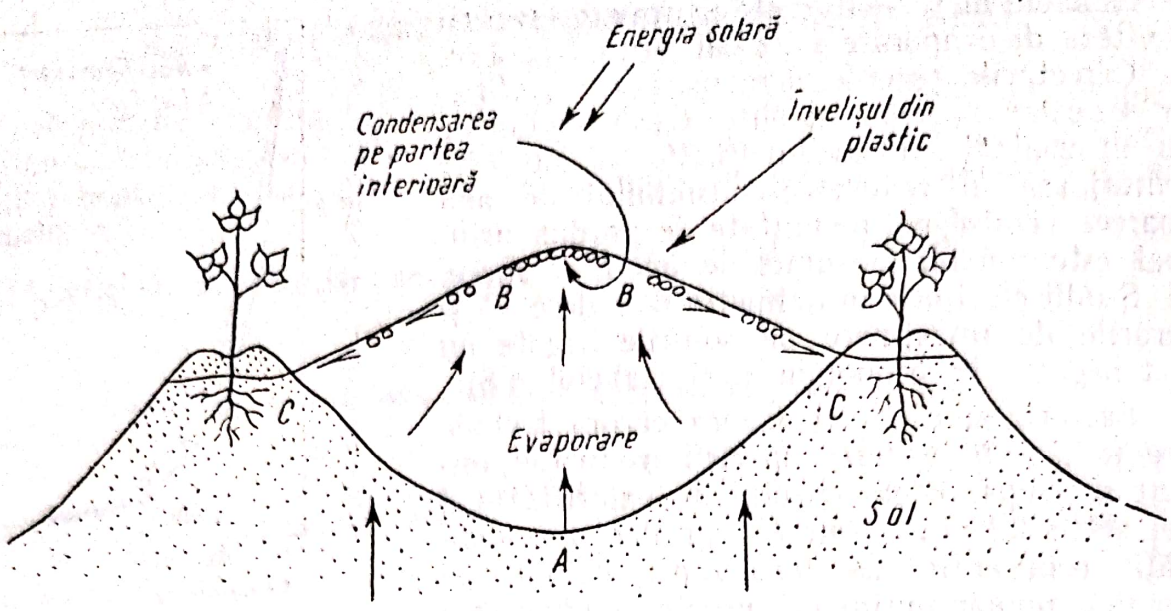


Fig. 4.7. Baldachin pentru reducerea evaporației din sol.

c — pierderea extrem de lentă a apei, determinată îndeosebi de forța de reținere moleculară.

În funcție de aceste stadii se disting următoarele metode în controlul și reducerea evapotranspirației:

— irigarea culturilor cu instalații a căror intensitate orară să fie sub 6 mm. La asemenea ploi în incintele irigate, umezeala relativă crește, temperatura scade și diferența între (*ETR*) și (*ETP*) va fi mai mică, iar raportul $\frac{ETR}{ETP}$ se apropie de 1. Prin crearea de ceață în jurul plantelor (*ET*) s-a redus la 50 mm pe toată perioada de vegetație. Prin irigarea pe zone mari, cantitatea ploilor naturale se mărește cu cel puțin 25% și astfel se ridică umezeala relativă a aerului, forța evaporantă a atmosferei scade, iar consumul de apă se va reduce;

— perdelele de protecție au rol în diminuarea mișcărilor de aer pe orizontală și astfel puterea evaporantă a atmosferei scade;

— baldachine din material plastic. În California pe intervalul dintre rîndurile de plante irigate, pe brazde se plasează baldachine din plastic care condensează apa evaporată de la suprafața solului și o dirijează la rădăcina plantei (fig. 4.7).

— pelicule chimice persistente la suprafața solului.

Limitarea evaporației de la suprafața solului se poate realiza prin folosirea de alcooli superiori (hexadecanol, octodecanol) fie singuri sau în amestec. Pelicula formată la suprafața solului trebuie protejată prin renunțarea la lucrări de cultivație. Durata peliculei de alcooli superiori este de 1—2 ani pe solul nelucrat;

— pelicule anti-transpirante cu rol de reducerea transpirației plantelor. Peliculele realizate din diferite substanțe organice trebuie să reducă transpirația dar să nu determine reducerea procesului fotosintetic.

În figura 4.8 se prezintă graficul consumului de apă pentru realizarea producției maxime și variabile.

Scanned with OKEN Scanner

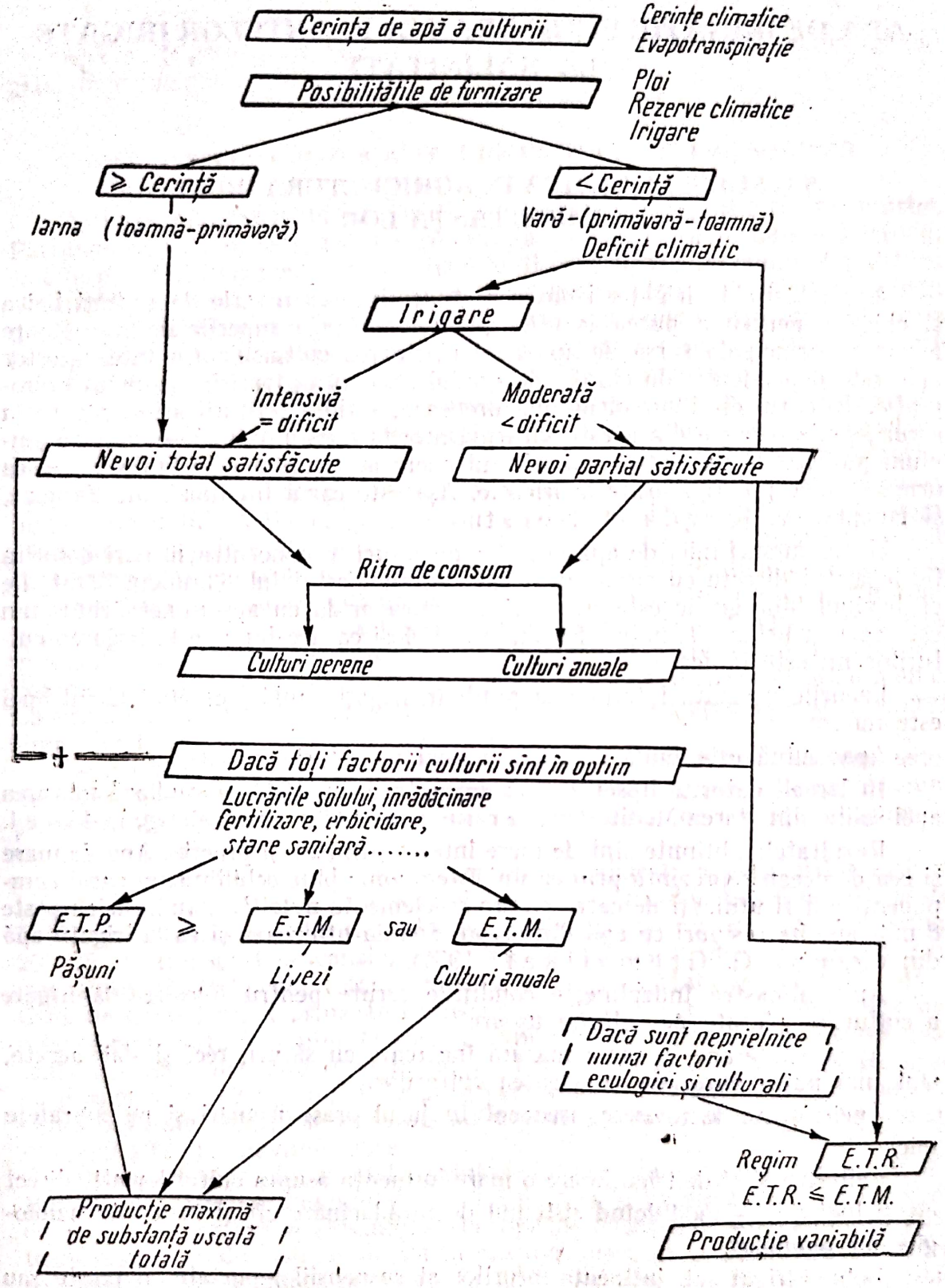


Fig. 4.8. Schema consumului de apă pentru realizarea producției maxime.

Capitolul 5

APA DE IRIGAȚIE ȘI TOLERANȚA PLANTELOR IRIGATE LA SALINITATE

5.1. SURSELE DE APĂ ÎN AGRICULTURA IRIGATĂ, IMPORTANȚA LOR

Apa folosită la irigație trebuie să îndeplinească o serie de calități fizice și chimice pentru a putea fi utilă plantelor. Apele superficiale curgătoare formează principala sursă de apă pentru irigarea culturilor. Calitatea acestor ape este dependentă de climă, de gradul și felul acoperirii bazinului hidrografic. În cazul cînd cursul de apă drenează, întinse teritorii aride bogate în săruri, preia o parte din aceste săruri. Datorită conținutului însemnat de aluviuni purtate de fluviu sau rîu, efectul nociv al sărurilor este tamponat și ca urmare apele pot fi folosite la irigație. Așa este cazul fluviilor Nil, Yangtze, și Huanhe (V. K o v d a., I. D o r s t).

Unele cursuri mici de apă pot să aibă săruri în concentrații mari datorită fie legăturii directe cu sursa de săruri așa cum este rîul Rîmnicul Sărat, fie că bazinul hidrografic este situat în regiunea aridă cu ape mineralizate cum este cazul rîurilor Călmățui, Buzău etc. Folosirea acestor ape la irigarea culturilor nu este indicată.

Lacurile prezintă interes mai puțin în irigație, mai ales cînd luciul apei este mic.

Apa salină este bună de irigat numai pe solurile ușoare.

În Israel, datorită lipsei de apă dulce, încă din 1949 se studiază folosirea apei saline din Marea Mediterană, al cărui conținut în săruri ajunge la 43,6 g/l.

Rezultatele obținute sînt de mare interes științific și practic. Apa de mare și cea de ocean reprezintă prin ea un sistem ionic bine echilibrat ai cărui componenți pot fi utilizați de către plante ca elemente nutritive. India irigă peste 8 milioane ha nisipuri cu apă din ocean. Spania utilizează și ea la irigații apă din ocean (O. G. G r a m a t i k a t i 1971).

Apa salmastră îndeplinește condițiile cerute pentru folosirea la irigare a culturilor plasate pe solurile ușoare.

Apele subterane în mare măsură încărcate cu săruri, reci și slab aerate, sînt mai puțin apreciate la irigarea culturilor.

Apele uzate se folosesc frecvent în jurul orașelor mari și pe suprafețe mici.

Calitatea apei de irigație are o mare influență asupra culturilor atît direct cît și indirect — modificînd sistemul de înrădăcinare cît și însușirile fiziologice ale plantelor.

Solului irigat sub influența sărurilor și suspensiilor purtate, îi crește sau poate să-i scadă puterea productivă. Toate aceste probleme scot în evidență necesitatea folosirii unei ape de calitate în irigarea culturilor.

Scanned with OKEN Scanner

5.2. SOLUL ŞI CALITATEA APEI DE IRIGAŢIE

Apa de irigaţie prin caracteristicile ei acţionează asupra terenurilor irigate, fizic, chimic şi biochimic.

5.2.1. ACŢIUNEA FIZICĂ A APEI DE IRIGAŢIE ASUPRA SOLULUI

Acţiunea fizică se manifestă prin deteriorarea structurii şi formarea crustei. Pătrunderea apei în solul uscat este urmată de înlocuirea aerului şi a gazelor stabile ca CO_2. Fenomenul se produce la fiecare udare a solului. Paralel cu eliminarea gazelor stabile, spălarea şi deteriorarea structurii avansează încît după zvîntare şi uscare, la suprafaţă se formează crustă. Apa prin scurgerea la suprafaţă antrenează agregatele de sol şi acţiunea mecanică de lovire prin scurgere, amplifică forţa cu efect negativ asupra structurii:

— tasarea solului; odată cu formarea crustei, solul se şi tasează. Solurile şi rocile sedimentare din zonele aride în condiţii de înţelenire sînt de obicei foarte uscate şi friabile. Îndată ce pe asemenea terenuri începe transportul apei, în canalele neimpermeabilizate, se produce o puternică tasare şi deformare a terenului. Acţiunea se observă pe o lăţime de 15—20 m de-a lungul canalului şi pe circa 60—100 cm adîncime. Fenomenul se desfăşoară şi pe suprafaţa parcelelor irigate, la puţin timp după ce au început udările. Tasarea şi deformarea se produce într-un mod cu totul neobişnuit pe terenurile amenajate pentru a fi irigate pe brazde, unde decopertările şi umpluturile s-au executat pe adîncimi ce depăşesc 100 cm. Procesul de tasare în brazdă sau canal poate continua 3—4 ani după care se ajunge la o perioadă de echilibru mecanic. Ca urmare a tasării în zona solurilor formate pe loess, apar crovurile la scurt timp după intrarea în exploatare a sistemelor.

— depunerea prin sedimentare a aluviunilor. Concomitent cu fenomenul de deteriorare a structurii, apa transportă o cantitate însemnată de aluviuni provenite din erodarea solurilor şi rocilor din bazinul de recepţie al cursului de apă respectiv.

Din numeroase determinări, suspensiile coloidale în apele rîurilor variază între 2—10 kg/m³ de apă. În apa fluviului Amu-Daria din Asia Centrală, peste 50% din suspensii la priza canalelor au diametrul mai mic de 0,01 mm. După 20—25 km transport pe canale, aluviunile cu diametrul mai mic de 0,01 mm reprezintă 80—85% din totalul materialului transportat. În condiţiile Asiei Centrale terenul irigat primeşte în fiecare an între 10 000 şi 15 000 m³ apă/ha, ceea ce reprezintă 50 t pînă la 150 t aluviuni în stare uscată. Densitatea aparentă a acestor depozite fiind în jur de 1,5 rezultă că ele formează un strat cu grosimea de 0,3—1 cm/an. După o perioadă de 100 ani de irigaţie permanentă în aceste condiţii se va forma un strat de sol cu totul nou, format numai din depozite de aluviuni pure.

Pe suprafeţe irigate cu mult înaintea erei noastre, ca Valea Nilului, Valea Buhara, depozite de aluviuni de acest tip ating o grosime de 3—5 m. Procesul de sedimentare al aluviunilor din apa de irigaţie nu este uniform. Particulele grosiere de nisip se depun în cea mai mare parte pe fundul canalelor de irigaţie şi în porţiunea amonte a brazdelor de udare. Particulele fine coloidale sînt transportate mai departe spre zona periferică a suprafeţei, adică se depun în ultimul element al reţelei provizorii, brazdă sau fîşie de udare.

După mai multe secole de irigație în astfel de condiții iau naștere noi forme de microrelief ca :

— *bancuri*, ridicături ale suprafeței terenului de 1—3 m formate din depozite nisipoase și prăfoase cu soluri nesărăturate și ape subterane dulci ;

— *depresiuni*, formate din depozite argiloase grele cu soluri alcaline cu fertilitatea scăzută și cu ape subterane saline. Aceste depresiuni au de obicei un drenaj defectuos și sînt necorespunzătoare pentru agricultură.

Aluviunile transportate de apă. Un teren irigat secole de-a rîndul prin scurgere capătă forma de „c e a ș c ă", formă care generează o serie de dificultăți în distribuirea apei de irigație. Particulele fine aluviale pătrund în porii solului, îl impermeabilizează și procesul continuă cu implicații asupra mărimii normei de udare, intervalului dintre udări etc. Totuși apa încărcată cu aluviuni este preferată în irigație pentru că are o serie de caracteristici care ridică fertilitatea solului.

Cantitatea de aluviuni transportată de către un rîu printr-o secțiune activă într-o unitate de timp se numește *debitul aluviunilor sau debitul solid (kg/s)*, iar materialul aluvionar în suspensie transportat de rîuri — g/l sau kg/m^3 — se numește *turbiditate.*

Dunărea are o turbiditate medie de 0,4 g/l, Ialomița 1,3 g/l, Buzăul 2,5 g/l. Fertilitatea aluviunilor rîurilor și fluviilor depinde într-o mare măsură de compoziția mineralogică și chimică a particulelor transportate. Cu cît aluviunile în suspensie conțin mai multe minerale ca : feldspat, mică, argilă și substanță organică, cu atît au fertilitatea naturală mai mare.

Cele mai bogate în elemente nutritive sînt aluviunile cu diametrul mai mic de 0,1—0,2 mm. Prin depunerea de aluviuni terenul se fertilizează. Apa din fluviul Amu-Daria pe 1 ha irigat lasă pe teren următoarele cantități de elemente nutritive la suspensia totală de aproximativ 40 t/ha :

— humus total	250 kg/ha
— azot total	20 kg/ha
— K_2O total	1 000 kg/ha
— K_2O disponibil	50 kg/ha
— P_2O_5 total	50 kg/ha
— $CaSO_4$	60 kg/ha
— Ca total (inclusiv cel precedent)	4 500 kg/ha
— MnO total	40 kg/ha
— TiO_2 total	1 300 kg/ha.

Depunerea continuă a elementelor nutritive sub formă de aluviuni de acest fel, menține fertilitatea ridicată a solurilor irigate. O serie de experiențe executate în casa de vegetație arată că fertilitatea terenurilor irigate din Asia Centrală poate fi mărită simțitor prin adăugarea de aluviuni din apa fluviului Amu-Daria (tabelul 5.1).

Rezultatele experimentale arată că aluviunile nu sînt un material inert și că în combinație cu fertilizanții chimici pot mări simțitor producția pe terenurile irigate.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 5.1

Rezultatele experimentale în care aluviunile sînt folosite în fertilizarea solului (după K o v d a)

Varianta	Recolta de grîu	
	în grame	în %
Fertilizanți chimici	7,22 ± 0,00	100
Fertilizanți chimici + 10% aluviuni	13,6 ± 1,1	190
Fertilizanți chimici + 30% aluviuni	14,1 ± 0,9	196
Fertilizanți chimici + 50% aluviuni	10,3 ± 1,1	143
Fertilizanți chimici + 70% aluviuni	10,5 ± 0,7	146
Aluviuni 100% + fertilizanți chimici	8,2 ± 0,0	114

Totuși depunerea progresivă anuală de aluviuni pe suprafața terenurilor irigate conduce după cum s-a văzut la ridicarea permanentă a nivelului terenului și într-o măsură apreciabilă la degradarea condițiilor naturale de drenaj. Ca urmare, ascensiunea capilară se mărește și soluțiile saline ajung la suprafața solului.

5.2.2. ACȚIUNEA CHIMICĂ A APEI ASUPRA MASEI SOLULUI

În funcție de gradul de mineralizare apele se clasifică în : ape dulci cu mai puțin de 1 g/l săruri, ape salmastre 1...10 g/l, ape sărate 10...50 g/l și soluție de sare cu mai mult de 50 g/l săruri.

Acțiunea chimică a apei asupra solurilor irigate este foarte complexă și depinde nu numai de apă, cantitatea de săruri, ci și de sol și de condițiile naturale ale suprafeței irigate, fapt ce determină influența chimică directă, indirectă și combinată a apei asupra solurilor irigate.

Influența chimică directă. Apa are o acțiune chimică directă asupra solurilor irigate. Apa de irigație conține întotdeauna săruri dizolvate. Cantitatea acestor săruri (gradul de mineralizare) are influență asupra solului irigat.

Efectul chimic final al acțiunii apei de irigație depinde de timpul cînd se face evaporarea apei : în timpul udării sau după infiltrare.

În primul caz toți compușii chimici dizolvați sînt depuși și se acumulează în sol.

În al doilea caz după ce o parte din apă s-a evaporat, numai compușii mai greu solubili se depun în sol (hidroxidul de fier, de aluminiu, de siliciu) pe cînd compușii ușor solubili ca sulfații și clorurile de magneziu și sodiu sînt spălați, ajungînd în afara stratului activ al solului. În ambele cazuri irigația va conduce la o creștere permanentă a conținutului de argilă, oxizi și sulfați.

Influența chimică indirectă. Cercetările efectuate într-o serie de țări au arătat că fertilitatea solurilor alcaline se află în corelație directă cu conținutul lor în ioni de sodiu schimbabil (tabelul 5.2).

Apa de irigație normală (adică nesărată și nealcalină) are o concentrație de săruri de aproximativ 0,4—0,5 g/l.

În acest caz poate fi folosită cu efect ameliorativ în irigarea solurilor alcaline. În asemenea ape predomină calciul și după mai mulți ani de irigare

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 5.2

Evoluția fertilității solului în funcție de Na schimbabil din capacitatea de schimb (V. K o v d a)

Na schimbabil în % din capacitatea de schimb	5	10–15	25–30	50
pH-ul extrasului apos	7,5–8,4	8,5–9	9,0–9,5	9,5–10
Fertilitatea solului	100	60–75	20–30	0–0

cu aceste ape, solurile alcaline vor deveni neutre, cu proprietăți fizice și chimice îmbunătățite.

Apele ușor alcaline (ce conțin mai mult sodiu decît calciu) care provin din izvoare, lacuri sau ape subterane cu mineralizare totală de 0,7—1,5 g/l pot provoca după mai mulți ani de irigație o alcalinizare puternică a solurilor și chiar o destructurare totală, plus o acumulare de sodiu, magneziu și bicarbonat de sodiu liber. Ca urmare directă a acestui fenomen solul pierde capacitatea productivă. Asemenea exemple se întîlnesc în Delta și Valea Nilului, U.R.S.S. (Caucaz), India, R. P. Chineză, S.U.A etc.

Datele demonstrează că sînt posibile cel puțin nouă combinări în ce privește rezultatele definitive privind interacțiunea de lungă durată a relației sol-apă. Pe unele soluri din R. S. România avizate la irigație, gipsul se găsește în cantitate mare, ca atare nu este periculos să se folosească la irigație apele alcaline pentru că gipsul neutralizează compușii alcalici (tabelul 5.3).

Fertilitatea tipului de sol, sub influența calității și concentrației apei de irigație va evolua diferit.

TABELUL 5.3

Relații între tipul de sol și calitatea apei, fertilitatea solului (după K o v d a)

Apă	Tipul de sol	Fertilitatea solului pe o perioadă lungă
Normală, concentrație de 0,2–0,4 g/l; reacție neutră, domină *Ca*	*a.* normal și acid *b.* alcalin	– fertilitate bună și stabilă – fertilitate bună desalcalinizare progresivă
Alcalină, concentrație de 0,6–2 g/l conținut mare în carbonat și bicarbonat de sodiu	*a.* normal *b.* alcalin *c.* acid *d.* gipsos	– negativă alcalinizare foarte scăzută – neutralizare – pozitivă fără salinizare
Acidă cu conținut de H_2CO_3 etc.	*a.* normal *b.* alcalin *c.* acid	– aciditate ușor crescută – pozitivă, posibilă punerea în valoare – aciditate puternică crescîndă

Scanned with OKEN Scanner

5.2.3. ACȚIUNEA CHIMICĂ ȘI BIOCHIMICĂ A APEI DE IRIGAȚIE

Apele saline folosite la irigație reduc fixarea azotului și micșorează intensitatea proceselor de nitrificare și amonificare.

O serie de cercetători au constatat că proprietățile și calitățile apei pot determina apariția unor maladii; astfel la tomate, putrezirea florilor considerată ca o boală este în realitate cauzată de nutriție (apa care conține mult calciu reduce absorbția potasiului de către plante).

Apele din rîuri și apele freatice sînt mai bogate în elemente nutritive, macro și microelemente. Litiul care se găsește în anumite ape din California provoacă, la o concentrație de 10^{-7}, arsuri de vîrf și margine la frunze, precum și căderea frunzelor.

Orice ion într-o concentrație mare este toxic pentru una sau mai multe plante specifice. Seleniul, molibdenul, fluorul sînt absorbite de plante fără daune aparente, însă ele devin dăunătoare pentru viața animală la concentrații relativ scăzute.

Acumularea sărurilor toxice solubile depuse în sol de apa de irigație. De prezența sau absența acumulării de săruri toxice provenind din apa de irigație depinde bilanțul final în săruri al solului.

În condițiile climatului cald și uscat, cînd se efectuează 5—15 udări pe an, apa avînd un grad de mineralizare mare, de 12 g/l săruri, se depun pe teren cantități mari de săruri (100—200 t/ha anual).

În cazul cînd concentrația reală în săruri a soluției solului din terenurile irigate cu apă salină atinge un grad toxic (mai mare de 15 g/l) culturile suferă foarte mult sau pot pieri în întregime. De aci necesitatea ca pe astfel de terenuri să se aplice spălări periodice cu cantități mari de apă.

5.3. CULTURILE AGRICOLE ȘI TOLERANȚA LA SALINITATE

Gradul de toxicitate al sărurilor solubile acumulate în solurile irigate depinde în mare măsură de cîțiva factori cum sînt: chimismul și gradul de solubilitate al sărurilor, umiditatea solului, anotimpul, condițiile meteorologice și particularitățile fiziolcgice ale plantelor.

Sintetizînd cercetările existente, raportul între toxicitatea diferitelor săruri poate fi reprezentat după cum urmează: toxicitatea Na_2CO_3(4—5); NaCl (2—3); Na_2SO_4(1).

Mărimea și ordinea toxicității poate fi urmărită în tabelul 5.4 care arată corelația între starea fiziologică a plantei, calitatea și cantitatea sărurilor solubile (V. K o v d a).

Datele demonstrează marea variabilitate a reacțiunii fiziolcgice a vegetației la tipul chimic de salinitate.

Orice sursă de apă ca să fie acceptată în irigarea culturilor nu trebuie să conțină mai mult de: 400 mg/l clorură, 1 mg/l B, 80 mg/l Na, 250 mg/l SO_4.

Acțiunea toxică a sărurilor din apă. Studiile efectuate de numeroși autori au arătat că toxicitatea sărurilor solubile asupra plantelor au ca efecte o deranjare a regimului hidric al plantelor; o perturbare a nutriției minerale a plantelor; o deficiență a procesului de fotosinteză și o distrugere totală a fiziologiei normale a vegetației.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 5.4

Starea fiziologică a plantelor, calitatea şi cantitatea sărurilor solubile

Starea fiziologică a plantelor (bumbac, grîu, lucernă etc.)	Gradul de salinitate al solului	Procentul de săruri solubile în profilul solului (0–100 cm)		
		Na_2CO_3 sau combinat cu alte săruri %	Cloruri de Na şi Mg %	Sulfaţi de Na şi Mg %
Creşterea perfectă, recolta 100%	Nesalinizat	0,1–0,15	0–15	0,30
Dăunată uşor, recolta 80–90%	Uşor salinizat	0,1–0,2	0,15–0,30	0,30–0,5
Dăunată mijlociu, recolta 70–50%	Salinizat mijlociu	0,2–0,4	0,30–0,50	0,60–1,0
Dăunată puternic, recolta 50–20%	Foarte salinizat	0,4–0,6	0,50–0,80	1,0–2,0
Distrugerea totală a plantelor, recoltă nulă	Foarte puternic salinizat	0,6–0,7	0,80	2

Acumularea sărurilor în sol produce o presiune osmotică ridicată a soluţiei solului, ceea ce conduce la micşorarea cantităţii de apă accesibilă plantelor. Într-un sol lutos cînd concentraţia de săruri creşte cu 0,4% faţă de normal, umiditatea la ofilirea permanentă a crescut de la 6% la 20%.

Capacitatea de reţinere a solului pentru apă, la un sol salinizat, exprimată în atmosfere, variază corespunzător cu cantitatea de săruri conţinute atît de sol cît şi de apă.

După V. Shardakov umiditatea actuală şi forţa osmotică este dependentă de conţinutul în săruri al solului (tabelul 5.5).

TABELUL 5.5

Variaţia umidităţii şi forţei osmotice în funcţie de conţinutul de săruri al solului (V. Shardakov)

Solurile nesalinizate		soluri care conţin 0,55 % săruri		soluri care conţin 2,13 % săruri	
umiditate %	forţa osmotică atm	umiditate %	forţa osmotică atm	umiditate %	forţa osmotică atm
9,4	20	9,3	35	9,9	143
12,2	10	12,4	26	13,3	59
18,3	2	18,6	18	19,6	30
–	–	24,8	11	25,8	17

Există de asemenea o corelaţie şi între forţa osmotică a soluţiei solului şi infiltraţia apei în sol (tabelul 5.6).

A. Draghetti arată că există o descreştere considerabilă a încolţirii seminţelor de diferite plante în cazul cînd concentraţia sărurilor solubile este mare (tabelul 5.7).

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 5.6

Corelația între presiunea osmotică și viteza de infiltrație

Forța osmotică a solului, în atmosfere	Infiltrația, mm/h
0,8	0,249
2,8	0,075
4,8	0,070

TABELUL 5.7

Variația germinației în funcție de concentrația soluției în NaCl (A. Draghetti)

Concentrația, în g/l de NaCl	Germinarea semințelor, în % față de normal	
0,0	toate plantele	100
3,0	orz	74
3,0	sfeclă de zahăr	77
3,0	orez	42
3,0	lucernă	32
3,0	mazăre	16
3,0	trifoi roșu	11

Fenomenele de perturbare totală a nutriției minerale la grîu, sfeclă de zahăr, lucernă și orez au atras atenția multor cercetători.

Ipotezele emise cu privire la mecanismul intern al toxicității sărurilor sînt numeroase; toate susțin însă, că plantele într-un mediu salin își modifică metabolismul azotului prin acumularea unui produs intermediar ca *putresceina*. Putresceina este o substanță organică foarte otrăvitoare (după B. P. Stroganov este de 5—10 ori mai otrăvitoare decît NaCl). Otrăvirea prin *putresceină* se manifestă prin decolorarea clorofilei. În timpul salinizării clorurice a solurilor, plantele își reduc intensitatea de respirație și de fotosinteză precum și activitatea unui oarecare număr de enzime. Aceste fenomene întîrzie absorbția apei și transpirația. Planta prezintă frunze cărnoase, numărul de celule descrește devenind mai mari decît în cazul salinizării de tip sulfatic.

În condițiile salinizării sulfatice a solurilor, metabolismul evoluează întrucîtva și planta capătă trăsături de *xeromorfism*. Numărul de celule pe unitatea de suprafață a frunzei crește dar mărimea lor scade și are loc o creștere a desimii nervurilor, iar numărul și mărimea stomatelor crește foarte mult.

Fenomenele enumerate provoacă o transpirație foarte puternică a plantelor. V. Stroganov consideră că studiul rezistenței plantelor la săruri trebuie să dividă noțiunea generală de rezistență la săruri prin: rezistența la sulfați, la clorură, la sodiu și rezistența salină.

C. R. Matuchin și. L. A. Boiko precizează în plus că rezistența plantelor la salinitatea solului dobîndită în timpul vegetației este transmisă la urmași iar plantele din generațiile următoare se disting printr-o rezistență sporită la săruri și dau producții mai mari la unitatea de suprafață.

5.4. TOLERANȚA ȘI REZISTENȚA CULTURILOR LA SALINITATEA SOLULUI

Plantele suportă și se acomodează treptat la salinitate. H. B. Peterson deosebește toleranța plantelor la săruri după trei criterii:

— capacitatea unei plante de a supraviețui;

— recoltele relative și absolute comparabile sau nu cu acelea de pe solurile nesalinizate;

— influența sărurilor asupra calității recoltelor (în special pentru fructe și legume).

A. Draghetti susține că plantele prezintă grade variate de toleranță la salinitate în funcție de faza de vegetație ca: semințe încolțite, înfrunzire, înspicare, maturitate fiziolcgică. K. Akihama susține că plantele de orez tolerează excesul de NaCl în mediul de creștere și mai bine în pericada de formare a spicului, sînt însă afectate serics în primele faze ale creșterii.

E. Petrasovit și C. Darab studiind rezistența la săruri a diferitelor soiuri de orez în faza de germinare, au observat că rezistența soiurilor este variabilă. Soiul cel mai rezistent a fost *Dunghan Shalî* pe cînd *Allorio-Precoce* s-a dovedit a fi mai sensibil. A. Asghara studiat rezistența grîului la salinitate în stadiul de încolțire și a observat că soiul de grîu *C*-591 este mai sensibil la NaCl decît la Na_2SO_4. Concentrația critică în primul caz a fost de 0,3% iar în cazul doi de 0,7—0,8% săruri. În ordinea descrescîndă a toleranței la săruri, B. H. Peterson clasifică culturile în ordinea următoare:

— pomi fructiferi: curmalul, rcdia, smcchinul, măslinul, vița de vie, părul, mărul, grape-fruit;

— legume: ridichea, varza, sparanghelul, spanacul, roșiile;

— culturi de cîmp: orzul, sfecla de zahăr, bumbacul, ovăzul;

— culturi furajere: lucerna, trifoiul și altele.

Culturile agricole din Israel care au fost irigate continuu cu ape saline, în funcție de producția obținută, comparată cu cea realizată de culturile de pe solurile nesaline, s-au clasificat în culturi cu:

— recolte mari: mazărea, fasolea, floarea soarelui, ovăzul, orzul, grîul (85—100%);

— recolte medii: trifoiul, castraveții, meiul (75—85%);

— recolte mai mici decît medii (60—75%): porumbul pentru boabe și nutreț, trifoiul pentru semințe;

— recolte reduse (sub 60%): mazărea furajeră și cartofii (fig. 5.1).

Plantele care cresc pe soluri sărace și sînt supuse unui grad de salinitate sporit în timpul vegetației își vor putea spori treptat rezistența la săruri. În funcție de rezistența plantelor la săruri B. P. Stroganov distinge două trepte de apreciere: una bilologică și alta agricolă. Prin rezistența biologică la săruri înțelege capacitatea plantelor de a efectua, în cadrul condițiilor de salinitate, întregul ciclu al dezvoltării în detrimentul acumulării masei organice. Plantele în acest caz au talia mică, cu recolte reduse care practic nu au valoare agricolă.

Rezistența agricolă la săruri definește capacitatea plantelor (în condițiile de salinizare moderată) de a efectua și întreține ciclul lor evolutiv dînd recolte care să satisfacă pretențiile economice ale cultivatorului. În acest caz unele

Scanned with OKEN Scanner

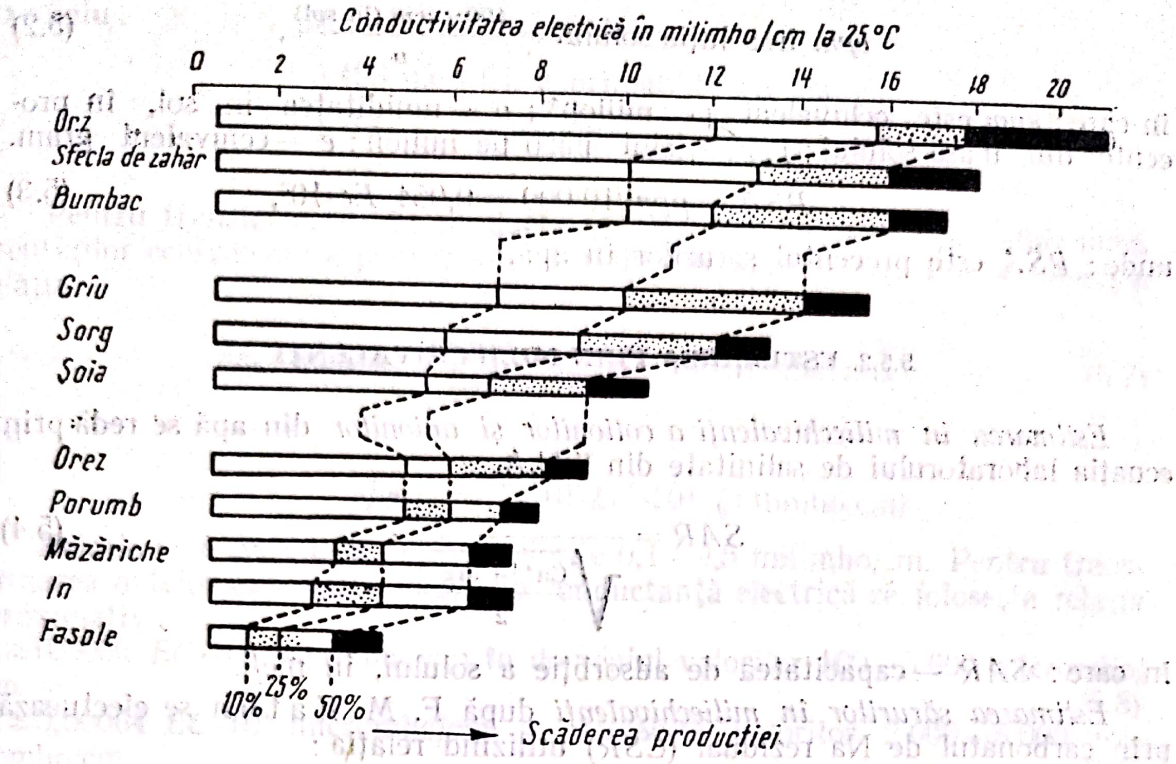


Fig. 5.1. Toleranța la salinitate a culturilor de cîmp.

plante rezistente la săruri ca: floarea scarelui, sfecla de zahăr, orzul de toamnă, sorgul, lucerna etc. sînt folosite pentru punerea în valoare a solurilor sărăturate.

Printre arborii cu rezistență la salinitate în regiuni deșertice se citează saxaulul (*Haloxylon ammodendron*) al cărui lemn degajă cam același număr de calorii ca și cărbunele antracit.

Pentru regiunile cu soluri salinizate, semințele și materialul săditor trebuie să fie de proveniență locală. Pentru a îmbunătăți nutriția minerală a plantelor de pe solurile cu salinitate mijlocie se recomandă să se administreze doze cît mai mari de fertilizanți chimici ușor solubili, iar umiditatea solului să se mențină ridicată.

5.5. ALEGEREA APEI DE IRIGAȚIE

Concentrația totală a sărurilor dizolvate în soluția solului, sau în apa de irigație poate fi estimată în părți pe milion (concentrație), miliechivalenți pe litru (concentrație), conductanță electrică.

5.5.1. ESTIMAREA ÎN PĂRȚI PE MILION (*ppm*)

Conversiunea din *ppm* (mg/kg) în echivalentul pe milion se obține cu relația:

$$epm = \frac{(ppm)}{e} \qquad (5.1)$$

Scanned with OKEN Scanner

$$epm \text{ în soluția solului} = \frac{100 \cdot e\ p\ m\ (\text{în sol})}{u}, \qquad (5.2)$$

în care: *epm* este echivalent pe milion*; u — umiditatea în sol, în procente din masa solului; *ppm* — sînt părți pe milion; e — echivalent gram.

$$PSA = ppm/10\,000 = 0{,}064\ Ec \cdot 10^3, \qquad (5.3)$$

unde: *PSA* este procentul sărurilor în apă.

5.5.2. ESTIMAREA PRIN MILIECHIVALENȚI

Estimarea în miliechivalenți a cationilor și anionilor din apă se redă prin ecuația laboratorului de salinitate din S.U.A.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}, \qquad (5.4)$$

în care: *SAR* — capacitatea de adsorbție a solului, în me/l.

Estimarea sărurilor în miliechivalenți după F. M. Eaton se efectuează prin carbonatul de Na rezidual (*CSR*) utilizînd relația:

$$CSR = (HCO^-_3 + CO_3^{--}) - (Ca^{++} + Mg^{++}) \qquad (5.5)$$

5.5.3. APRECIEREA CALITĂȚII APEI PRIN ELECTROCONDUCTANȚĂ

Conductanța electrică a unei soluții este reciproca rezistenței și se măsoară în mho $\left(\frac{1}{\text{ohm}}\right)$ ohmi inverși**

Pentru ușurință s-a admis exprimarea curentă în a milioana parte (micromho/cm). Micromho/cm se notează μmho/cm sau mai simplu:

$EC \cdot 10^6$ = micromho/cm — (μmho) sau

$EC \cdot 10^3$ = milimho/cm — (mmho)

Raportul greutate atomică/valență reprezintă echivalentul chimic sau gram ce se notează cu *e*. Un miliechivalent gram se notează cu $me = 10^{-3}e$.

Pentru aprecierea calității apei referința se face la litru. Trecerea de la me/l în g/l se obține prin relația:

$$g/l = \frac{me/l}{1\,000} \cdot e \qquad (5.6)$$

---

* Echivalentul pe milion este o unitate de echivalent gram de sare pe a milioana parte din greutatea solului sau soluției. Pentru soluții, *epm* și me/l sînt numeric identice dacă densitatea specifică a soluției este 1,0.

** În electricitate rezistența se măsoară în ohmi iar reciproca rezistenței în 1/ohm (ohmi inverși) sau Siemens.

Ohm = rezistența electrică între două puncte ale unui fir conductor cînd o tensiune constantă de 1 volt aplicată între aceste două puncte produce în acest conductor un curent de un amper.

Scanned with OKEN Scanner

exemplu:

0,498 me/l Cl, exprimați în g/l dau:

$$\frac{0{,}498}{1\,000} \cdot 35 = 0{,}017 \text{ g/l concentrație.}$$

Pentru transformarea în conductanță electrică, în cazul apei unde suma greutăților echivalente a principalilor cationi este aproximativ 100 se folosește relația:

$$epm = me/l = \frac{EC \cdot 10^6}{100} = \frac{ppm}{64} \text{ (micromho/cm)} \qquad (5.7)$$

sau

$$epm = me/l = 10 \cdot EC \cdot 10^3 \text{ (milimho/cm)}$$

Relația este acceptată pentru valorile 0,1—0,5 milimho/cm. Pentru transformarea datelor exprimate în g/l, în conductanță electrică se folosește relația aproximativă:

$g/l \approx 0{,}0006\ EC \cdot 10^6$ micromho/cm în domeniul valorilor 100—5 000 micromho/cm și (5.8)

$g/l \approx 0{,}00064\ EC \cdot 10^6$ micromho/cm în domeniul valorilor 2 000—5 000 micromho/cm. (5.9)

Relațiile între presiunea osmotică și EC. Termenul de concentrație osmotică și valoarea osmotică se folosește simultan și măsoară presiunea care se exprimă în atmosfere.

$$P_m = 0{,}36 \cdot EC \cdot 10^3, \qquad (5.10)$$

unde: P_m este presiunea osmotică.

5.6. CLASIFICAREA APELOR DE IRIGAȚIE

În sistemul de clasificare al apelor de irigație Thorne și Peterson notează cu C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 și C_6 clasele de apă cu concentrație din ce în ce mai mare de săruri (*salinizare*), iar cu S_1, S_2, S_3, S_4 notează clasele de acumulări din ce în ce mai mari de sodiu schimbabil (*solonțare*).

Clasele de salinizare cuprind:

— C_1 (0—250 micromho) ape cu mineralizare slabă, ele pot fi folosite la irigație pentru majoritatea culturilor și solurilor.

— C_2 (250—750 micromho) ape moderat mineralizate, se pot folosi la irigație pentru toate plantele (exceptînd plantele sensibile la săruri) cînd se cultivă pe soluri cu permeabilitate mică sau mijlocie;

— C_3 (750—2 250 micromho) ape mijlociu pînă la puternic mineralizate pot fi folosite numai pe solurile cu permeabilitate bună;

— C_4 (2 250—4 000 micromho) ape puternic mineralizate; se pot folosi pe solurile permeabile după care se prevăd îndepărtarea acumulărilor de săruri din profilul solului;

— C_5 (400—6000 micromho) ape foarte puternic mineralizate; nu sînt bune pentru irigație. Se pot folosi numai pe nisipuri foarte permeabile;

Scanned with OKEN Scanner

— C_6 (6 000 micromho) ape excesiv mineralizate; nu se vor folosi la irigație.

Clasele de solonțare sînt:

— S_1 (0—10 *SAR*) ape de solonțare slabă, se pot folosi pe toate solurile.

— S_2 (10—18 *SAR*) ape de solonțare mijlocie — pe solurile argiloase și sărace în humus pot determina acumulări de sodiu.

— S_3 (18—26 *SAR*) ape de solonțare puternică. Nu se folosesc la irigație.

— S_4 (mai mare de 26 *SAR*) ape de solonțare foarte puternică. Nu se folosesc la irigație.

A. V. Priklonski clasifică apele de irigație în funcție de raportul miliechivalenți de Na^+ și anioni de Cl^- și SO_4^{--} iar coeficientul apei de irigație (c) se determină după următoarele relații:

$$c = \frac{288}{5\ Cl} \quad \text{Conținutul de } Na^+ < Cl^-; \text{ este prezentă clorură de Na} \qquad (5.11)$$

$$c = \frac{288}{Na^+ + 4\ Cl^-} \quad \text{Conținutul de } Na^+ > Cl^- \text{ dar } < \Sigma(Cl^+ + SO_4^{--}); \text{ sînt prezente cloruri și sulfați} \qquad (5.12)$$

$$c = \frac{288}{10\ Na^+ - 5\ Cl^- - 9\ SO_4^{--}} \quad \text{Conținutul de } Na^+ > (\Sigma Cl^- + SO_4^{--}) \text{ sînt prezente cloruri, sulfați, carbonați.} \qquad (5.13)$$

Clasificarea apei de irigație după coeficientul (c) *de irigație*:

— cînd (c) este mai mare decît 18, apa este bună

— cînd (c) este cuprins între 18—6, apa este satisfăcătoare

— cînd (c) variază în limitele 5,9—1,2, apa este nesatisfăcătoare

— cînd (c) este mai mic decît 1,2, apa nu este bună

Stabilirea limitei maxime a concentrației în săruri pentru o apă bună de irigație este încă o problemă dificilă care reclamă aparatură și muncă științifică.

Concentrația în săruri a apei de irigație și începerea deteriorării culturilor se poate urmări în tabelul 5.8.

Pentru solurile țării noastre cu drenaj vertical scăzut, problema cantității de săruri pe litru este foarte importantă pentru că la o concentrație ridicată se poate saliniza imediat solul.

TABELUL 5.8

Reducerea ritmului de creștere al culturilor în funcție de concentrația în săruri
(D. W. Thorne)

Concentrația în săruri (g/l)	Începutul reducerii ritmului de creștere a culturilor
0,2—0,5	nu se observă
0,5—1,0	după 20—25 udări
2—3	după 5—10 udări
4—5,0	după 3— 5 udări
7—8	după 2— 3 udări
10—12	imediat, după 1—2 udări

Scanned with OKEN Scanner

Pericolul salinizării crește din cauza unui raport nefavorabil în apa de irigație a ionilor de Cl^- și SO_4^{--} și a cationilor de Na^+ și Ca^{++}. Simptomele de salinizare a solului încep să se manifeste la un raport al cationilor:

$$\left|\frac{Na^+}{Ca^{++}+Mg^{++}}\right| = \frac{3}{1} \qquad (5.14)$$

iar în unele cazuri:

$$\frac{Na^+}{Ca^{++}} = \frac{2}{1}$$

Orezul este planta ce suportă 5 g/l săruri, din această cauză cultura lui are șanse de reușită în incintele îndiguite cu un grad avansat de salinizare.

În funcție de concentrația în săruri (g/l) apa se poate clasifica:

— apă bună pentru irigare, cu o concentrație de 0,4—0,7 g/l săruri;

— apă care sărăturează cu timpul solul, cu un conținut de 1,2—2 g/l săruri;

— apă sărată, vătămătoare pentru plantele cultivate, cu o concentrație de 5—137 g/l.

Mineralizarea apei și în special proporția de sodiu are importanță în aprecierea și recomandarea pentru irigație. Limita maximă a sărurilor de sodiu este în jurul valorii de 0,3 g/l.

Pe baza analizei apelor din rîurile țării noastre în perioada de vară în funcție de anionul și cationul dominant se disting 4 zone hidrochimice:

— zona I cuprinde ape cu mineralizare redusă: 0,2 g/l — bicarbonate calcice — include bazinele superioare ale rîurilor din munții cu roci cristaline și eruptive;

— zona a II-a cuprinde ape cu mineralizare mijlocie: 0,2—0,5 g/l — bicarbonate calcice. În această zonă se află cîmpia vestică și a Transilvaniei, regiunile subcarpatice, bazinele Jiu, Argeș, Siret și cursurile Oltului, Prutului și Dunării;

— zona a III-a cuprinde ape cu mineralizare ridicată: 0,5—1,0 g/l, fie carbonate calcice (Drimcea, Desnățuiul, Călmățuiul sudic, apele Dobrogei), fie clorurate (Tîrnava mică, Taslăul, Trotușul și Buzăul) datorită depozitelor salinifere din bazinele lor;

— zona a IV-a cuprinde ape cu mineralizare mare: 1 g/l fie clorurate (Ialomița în regiunea de deal și cîmpie, Călmățuiul estic, Rîmnicul Sărat, Putna) fie sulfatate (Jijia).

Apele subterane prezintă pentru unele regiuni din țară o importantă sursă pentru irigație. Așa se pot cita puțurile din lunca Jiului la nord de Craiova și cele din lunca Argeșului din bazinul său mijlociu și inferior ca și pe afluenții săi din cîmpie.

Apa freatică abundentă a acestor lunci, cu pietrișuri în subteran, este bună pentru irigații.

pH-ul apei de irigație; la *pH*-ul 7 majoritatea plantelor cresc bine. Este de dorit ca apa de irigație să aibă *pH*-ul 7. Tratarea apei de irigație cu substanțe acide sau bazice pentru corectarea calității apei este foarte necesară. Plante indicatoare de apă bună de irigație sînt Veronica sp, genul Lemna, speciile din genul Juncus, Carex, Rumex. ș. a.

Scanned with OKEN Scanner

5.7. GRADUL DE AERARE AL APEI DE IRIGAȚIE

În apă se găsește aer dizolvat ; gradul de aerare al apei se exprimă în mg de oxigen molecular la litru apă. Apele curgătoare au un conținut ridicat de oxigen între 7—15 mg/litru.

Apele subterane și stătătoare au un conținut mai redus de O_2. Conținutul de O_2 al apei de irigație este mai ridicat cînd apa este mai rece și mai coborît la temperatură ridicată.

Oxigenul în apă variază astfel în funcție de temperatură :

Temperatura apei în °C	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
Conținutul apei în mg O_2/litru	14,6	12,7	11,3	10,1	9,1	8,3	7,5

Stagnarea apei pe parcelele de orez menține temperatura constantă dar micșorează conținutul de O_2, necesar plantelor.

5.8. TEMPERATURA APEI DE IRIGAȚIE

O bună apă de irigație trebuie să corespundă și din punct de vedere al temperaturii. Cu excepția apelor freatice toate apele îndeplinesc această cerință. Apele mai calde nu sînt cerute la irigație. Aceste ape sînt sărace în oxigen. Apa de irigație are întotdeauna o temperatură mai coborîtă decît cea de la nivelul solului. În acest caz apa servește ca termoregulator. În țara noastră temperatura apei de irigație în timpul verii variază de la 20 la 28°C.

La irigația prin aspersiune se pot folosi apele subterane fără nici o restricție deoarece prin pulverizare se încălzesc. Temperatura apei subterane este de 10—12°C, prin pulverizare de către instalația de aspersiune ajunge la 18—20°C.

Capitolul 6

REGIMUL DE IRIGARE AL PLANTELOR AGRICOLE, AVERTIZAREA UDĂRILOR

6.1. IMPORTANȚA ȘI DEFINIȚIA REGIMULUI DE IRIGAȚIE

Plantele în condiții de irigare găsesc posibilități diferite de creștere și dezvoltare față de cele cultivate în condiții de neirigare. Înrădăcinarea plantelor irigate se modifică în sensul că majoritatea rădăcinilor se vor găsi în stratul

Scanned with OKEN Scanner

de sol umed. Cunoaşterea adîncimii la care se găsesc majoritatea rădăcinilor în funcţie de faza de vegetaţie ne ajută să calculăm mărimea normei de udare, momentul udării şi intervalul între udări.

Regimul de irigare reprezintă modul de distribuire a apei de irigaţie în timp, la o cultură agricolă şi este determinat de următorii factori:

— climatologici (precipitaţii cu asigurare de 50—100% stabilite pe baza datelor obţinute de la staţiunile meteorologice);

— ecologici (perioada de vegetaţie, adîncimea de înrădăcinare, perioada de consum maxim pe cultură);

— pedologici (capacitatea de cîmp, densitatea aparentă, coeficientul de ofilire, fertilitatea solului):

— hidrogeologici (adîncimea şi chimismul apelor freatice, aportul freatic).

În funcţie de dimensiunea factorilor enumeraţi se calculează regimul de irigaţie al plantelor, debitul de apă necesar pe canale, conducte şi la priză în diferite perioade ale anului.

Pentru stabilirea necesarului de apă corespunzător unui plan de producţie propus, regimul de irigaţie poate fi dimensionat după mai multe metode. Folosită frecvent în ţara noastră este metoda bilanţului de apă în sol.

Bilanţul apei în solul irigat. Pe solurile irigate se întîlnesc trei tipuri de regimuri hidrologice:

— regim hidrologic neinfluenţat de apa freatică (circuit închis);

— regim hidrologic influenţat de apa freatică (circuit deschis);

— regim hidrologic de irigaţie combinată cu drenajul.

Exprimarea cantitativă a regimului hidric al solului reprezintă bilanţul apei în sol; el cuprinde sub forma unei ecuaţii, toate cantităţile de apă primite şi cedate de sol, precum şi rezervele de apă din sol la începutul şi la sfîrşitul perioadei considerate.

6.2. ELEMENTELE REGIMULUI DE IRIGAŢIE

Elementele ce interesează în exploatare sînt: norma de irigaţie, norma de udare, intervalul între udări, momentul udării, durata udării.

Pentru 1 ha de cultură, consumul de apă, (adică evapotranspiraţia potenţială) se completează din rezerva de apă a solului, din precipitaţiile din timpul vegetaţiei, din aportul freatic şi din irigaţii.

Consumul de apă al unei culturi este dependent de apa asimilabilă, nivelul apei freatice şi radiaţia totală la nivelul frunzei. Pe solurile bine aprovizionate cu apă, (*ETP*) va fi mai mare şi va cere o normă de irigaţie corespunzătoare.

Rezerva de apă din sol completează o parte din consum.

Precipitaţiile căzute în timpul verii, în funcţie de panta terenului şi viteza de infiltraţie a apei vor completa rezerva umidităţii din sol şi vor avea urmări direct asupra mărimii normei de irigaţie.

Alimentarea freatică, pe baza capilarităţii, completează permanent umiditatea unui anumit strat din profilul solului. Dacă apa freatică este în faţă, profilul solului va fi permanent reumezit şi norma de irigaţie se va micşora proporţional cu aportul freatic.

Metoda de udare influenţează norma de irigaţie; astfel, la irigarea prin scurgere la suprafaţă cu canale deschise şi neimpermeabile, pierderile sînt

Scanned with OKEN Scanner

de sol umed. Cunoașterea adîncimii la care se găsesc majoritatea rădăcinilor în funcție de faza de vegetație ne ajută să calculăm mărimea normei de udare, momentul udării și intervalul între udări.

Regimul de irigare reprezintă modul de distribuire a apei de irigație în timp, la o cultură agricolă și este determinat de următorii factori:

— climatologici (precipitații cu asigurare de 50—100% stabilite pe baza datelor obținute de la stațiunile meteorologice);

— ecologici (perioada de vegetație, adîncimea de înrădăcinare, perioada de consum maxim pe cultură);

— pedologici (capacitatea de cîmp, densitatea aparentă, coeficientul de ofilire, fertilitatea solului):

— hidrogeologici (adîncimea și chimismul apelor freatice, aportul freatic).

În funcție de dimensiunea factorilor enumerați se calculează regimul de irigație al plantelor, debitul de apă necesar pe canale, conducte și la priză în diferite perioade ale anului.

Pentru stabilirea necesarului de apă corespunzător unui plan de producție propus, regimul de irigație poate fi dimensionat după mai multe metode. Folosită frecvent în țara noastră este metoda bilanțului de apă în sol.

Bilanțul apei în solul irigat. Pe solurile irigate se întîlnesc trei tipuri de regimuri hidrologice:

— regim hidrologic neinfluențat de apa freatică (circuit închis);

— regim hidrologic influențat de apa freatică (circuit deschis);

— regim hidrologic de irigație combinată cu drenajul.

Exprimarea cantitativă a regimului hidric al solului reprezintă bilanțul apei în sol; el cuprinde sub forma unei ecuații, toate cantitățile de apă primite și cedate de sol, precum și rezervele de apă din sol la începutul și la sfîrșitul perioadei considerate.

6.2. ELEMENTELE REGIMULUI DE IRIGAȚIE

Elementele ce interesează în exploatare sînt: norma de irigație, norma de udare, intervalul între udări, momentul udării, durata udării.

Pentru 1 ha de cultură, consumul de apă, (adică evapotranspirația potențială) se completează din rezerva de apă a solului, din precipitațiile din timpul vegetației, din aportul freatic și din irigații.

Consumul de apă al unei culturi este dependent de apa asimilabilă, nivelul apei freatice și radiația totală la nivelul frunzei. Pe solurile bine aprovizionate cu apă, (*ETP*) va fi mai mare și va cere o normă de irigație corespunzătoare.

Rezerva de apă din sol completează o parte din consum.

Precipitațiile căzute în timpul verii, în funcție de panta terenului și viteza de infiltrație a apei vor completa rezerva umidității din sol și vor avea urmări direct asupra mărimii normei de irigație.

Alimentarea freatică, pe baza capilarității, completează permanent umiditatea unui anumit strat din profilul solului. Dacă apa freatică este în față, profilul solului va fi permanent reumezit și norma de irigație se va micșora proporțional cu aportul freatic.

Metoda de udare influențează norma de irigație; astfel, la irigarea prin scurgere la suprafață cu canale deschise și neimpermeabile, pierderile sînt

Scanned with OKEN Scanner

mari. La volumul de apă cerut de cultura respectivă se vor adăuga toate pierderile provocate de transportul apei, care în mod cert măresc norma de irigație. Norma de irigație astfel analizată este un element variabil al regimului de irigație și se poate calcula în cazul prezentat prin metoda bilanțului apei în sol.

Calculul bilanțului în perioada de iarnă (în scopul aplicării udărilor de aprovizionare) și în perioada de vară (în vederea aplicării udărilor de vegetație), se realizează după ecuația :

$$c\,Pi+P_v+a+\Sigma m=ETR \qquad (6.1)$$

unde :

ETR este consumul total al apei din sol în perioada de vegetație, constituit din consumul neproductiv (evaporație la suprafața solului) și din consumul productiv (transpirația plantelor) ; Pi — apa acumulată în sol din precipitațiile de iarnă în intervalul 1.X—1.IV ; c coeficientul de înmagazinare al precipitațiilor de iarnă cu valori cuprinse între 0,2 și 0,9 ; Pv—suma precipitațiilor de vară mai mari de 5 mm (intervalul 1.IV—1.X) ; a — norma udării de aprovizionare ; Σm — suma normelor de udare în perioada de vegetație (norma de irigație).

Cînd un sol este alimentat cu apă numai din precipitații și din irigație, fără aport freatic (iar această apă se va consuma prin evaporație la suprafața solului și prin transpirația plantelor) bilanțul de apă poartă numele de bilanț în circuit închis.

6.2.1. NORMA DE IRIGAȚIE

Norma de irigație pentru bilanțul în circuit închis se determină din ecuația :

$$\Sigma m=ETR+R_f-R_i-P_v \qquad (6.2)$$

în care :

R_f este rezerva finală de apă după recoltarea culturii ; R_i — rezerva inițială de apă la însămînțat.

Cînd solul este alimentat cu apă nu numai din precipitații sau din irigație, ci și cu apa din pînza freatică (iar apa se va consuma atît prin evaporație, transpirație cît și prin infiltrație) bilanțul apei este în circuit deschis. Norma de irigație în cazul acestui bilanț se determină cu ecuația :

$$\Sigma m=ETR+R_f-C-P_v-A_f \qquad (6.3)$$

în care :

C este rezerva inițială aproximată la valoarea capacității de cîmp ;

A_f — aportul freatic.

Pe terenurile salinizate în curs de ameliorare, norma de irigație se calculează în exces față de capacitatea pentru apă a solului, în scopul de a se spăla sărurile aflate în procent mare și a le îndepărta prin intermediul rețelei de drenaj și evacuare. În această situație tipul de bilanț al apei în sol se numește *„în circuit deschis de spălare"*.

Scanned with OKEN Scanner

La bilanțul cu circuit deschis aportul freatic are un rol important. Determinările făcute în funcție de textura solului arată următoarele:

TABELUL 6.1

Aportul aproximativ al apei freatice, m³/ha (S a r o v, 1952)

Solul	adîncimea apei freatice în m		
	1—1,5	1,5—2	2—2,5
Luto-nisipos	800 — 1 000	—	—
Lutos ușor	1 000 — 1 200	500 — 1 000	—
Lutos mijlociu	1 200 — 1 500	600 — 1 200	—

Mărimea normei de irigație variază pe măsura intensificării mijloacelor agrotehnice de luptă împotriva secetei.

Agricultura irigată ține seama și de precipitații. Nevoile de apă ale grîului de primăvară în regiunea secetoasă de pe Volga inferioară se completează în felul următor:

	consumul de apă	
Din rezerva acumulată în sol	5 255 m³/ha	65%
Din precipitații în perioada de vegetație	1 100 m³/ha	15%
Din apa de irigație	1 500 m³/ha	20%
Total	7 855 m³/ha	100%

Cantitatea de precipitații (P) folosită de plante se determină de ecuația:

$$P = \mu Po \qquad (6.4)$$

în care:

μ este coeficientul de folosire a apei căzute sub formă de precipitații;

Po — precipitațiile căzute cu asigurare de 80%, în m³/ha.

Menținerea solului în stare fizică bună prin introducerea de fertilizanți organici dă posibilitatea ca însușirile hidrice ale solului să fie menținute la valori ridicate; în acest caz norma poate fi mai mare (tabelul 6.2).

TABELUL 6.2

Coeficientul (μ) de folosire a precipitațiilor (E. C a z a c u, 1969)

Decada	luna					
	aprilie	mai	iunie	iulie	august	septembrie
I	0,9	0,9	0,80	0,75	0,75	0,85
II	0,9	0,9	0,80	0,75	0,80	0,90
III	0,9	0,85	0,75	0,75	0,80	0,90

Distrugerea buruienilor din culturi micșorează în mare măsură consumul de apă neproductiv. Lucrările de întreținere aplicate la timp au un rol direct în combaterea buruienilor și indirect la folosirea mai economică a normei de irigație.

Scanned with OKEN Scanner

6.2.2. NORMA DE UDARE (*m*)

Cantitatea de apă exprimată volumetric sau în mm ce se dă pe o suprafață de un hectar la o singură udare reprezintă norma de udare.

Norma de udare din punct de vedere al cerințelor unei culturi trebuie să fie suficientă pentru a compensa un timp determinat evapotranspirația reală maximă (*ETM*) sau (*ETP*). Necesarul de apă al culturilor în general s-a definit prin evapotranspirația reală (*ETR*). Producția culturilor va fi maximă atunci cînd evapotranspirația reală a plantelor (*ETR*) va fi egală cu *ETM* sau *ETP*. Planta nu-și poate asigura în timpul vegetației decît un debit maxim (*Q* max) care este dependent de specie, starea fiziologică, cantitățile de apă disponibile în sol și de viteza de utilizare a acestei ape.

Atunci cînd (*ETP*) este superioară debitului maxim (*Q max*), planta reacționează prin închiderea progresivă a stomatelor, închidere care reduce transpirația. În acest caz (*ETP*) este cel mult egală cu *Q max.* Evapotranspirația reală (*ETR*) scade în raport cu evapotranspirația potențială, asimilația clorofiliană este redusă și în final producția mică (fig. 6.1).

Pentru a reduce la minim efectele de blocaj a (*ETR*) trebuie să se intervină cît mai curînd cu putință cu o stropire a părților aeriene pentru a provoca redeschiderea stomatelor.

În această situație norma de udare depinde de factorul vegetal. Planta mai intervine în determinarea normei de udare și prin faza de vegetație; la începutul creșterii, culturile sînt înrădăcinate superficial și ca urmare este nevoie de udări mai frecvente cu norme mici de apă pentru a se umezi stratul activ de sol. Rhoades și Nelson arată că înrădăcinarea porumbului este mai puțin adîncă într-un sol bine aprovizionat cu apă. În tehnica de udare mărimea normei de udare determină un anumit fel de dispunere a masei radiculare. Cînd umiditatea optimă se află în stratul superficial, majoritatea rădăcinilor se vor dispune în acest strat.

Determinarea normei de udare. Cercetările recente arată o marcantă scădere a producției atunci cînd umiditatea în zona rădăcinilor

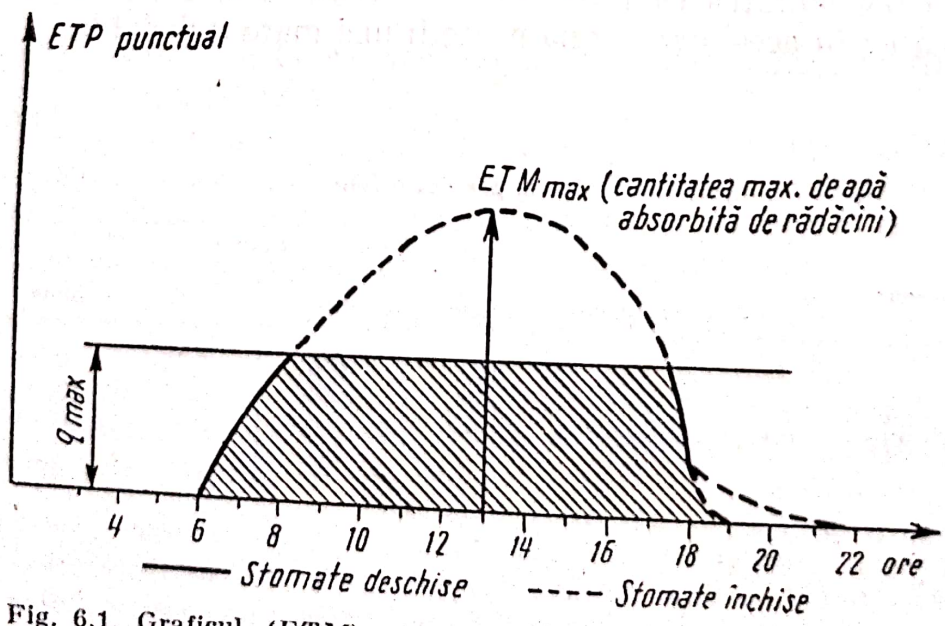


Fig. 6.1. Graficul (*ETM*) și al debitului (q max) de apă ce trece prin plantă.

este mai mică de 70% din totalul de apă reținut la (*EU*). Dacă în sol este multă apă, microflora va fi stînjenită și vor predomina procesele reductive dăunătoare plantelor.

Într-adevăr, rezultatele experimentale obținute într-un număr însemnat de țări, arată că pe solurile cu textură mijlocie alimentarea cu apă a plantelor este asigurată în bune condiții atît timp cît procentul de umiditate pe adîncimea 0,20—0,30 m rămîne mai mare de 70% din echivalentul umidității.

Determinarea normei de udare pentru a completa umiditatea din sol pînă la (*EU*) sau a capacității de cîmp (*C*), — cînd se udă după o anumită rotație — se realizează cu relația :

$$m = \frac{V}{N}, \quad [m^3/ha] \tag{6.5}$$

în care : V este volumul de apă cerut de cultură în perioada de vegetație (Σm) ; N — numărul de udări, în care caz $N = \frac{V}{m}$.

Periodicitatea (*P*) ; intervalul de zile la care se va uda, se obține din relația :

$$P = \frac{T}{N}, \quad [zile] \tag{6.6}$$

în care : T este perioada de irigare a culturii respective în zile, N — numărul de udări.

Acest mod de a aplica norma de udare ține seama de precipitații ca medie pe mai mulți ani, dar nu poate lua în considerație pe cele care cad în afara mediei în timpul vegetației și consumatorii sînt dezavantajați.

Cînd însă udarea se face în funcție de nevoile plantei, apreciate fie după reacțiile fiziologice și morfologice ale plantei, fie luînd în considerare și anumiți indici hidrofizici ai solului, determinarea este diferită ; de regulă se pleacă de la deficitul de umiditate înregistrat pe baza consumului de apă al plantelor folosind una din formulele (*ETP*) Blaney-Criddle, Thornthwaite, Turc, Bouchet ș.a.. Momentul declanșării udării se apreciază prin urmărirea : proviziei montane de umiditate (U_m%) determinată termic, electrometric, radiometric ; forței de sucție a solului (tensiometric) ; forței de sucție a sucului celular a culturii respective.

În principiu cînd forța de sucție a sucului celular este în jur de 7 atm se începe udarea.

Cînd norma de udare și momentul udării se determină după factorul pedologic, în prealabil trebuie să se determine următorii indici : *echivalentul umidității*, *coeficientul de ofilire* (*ofilirea permanentă*), *plafonul minim*, stabilit experimental pentru cultura respectivă, *densitatea aparentă* și *grosimea stratului* activ de sol.

Concepția unanimă pînă la această dată cu privire la norma de udare stabilește că :

— numărul de m^3/ha sau mm H_2O ce trebuie distribuiți la o udare, se calculează completînd provizia momentană de apă a solului pînă la provizia corespunzătoare (*EU*) sau (*C*) pe stratul activ de sol luat în considerare, echivalentul umidității (*EU*) fiind limita superioară a conținutului de apă ușor accesibil plantelor care nu provoacă spălarea solului. Mulți cercetători susțin că plantele pot da producții bune și la o umiditate mai mică decît cea corespunzătoare echivalentului umidității.

Scanned with OKEN Scanner

— intervalul de umiditate de la (C_0) pînă la (EU) s-a numit intervalul activ de umiditate (IUA). În funcție de sol și plantă se completează umiditatea acestui interval cu: 1/3; 1/2 sau 2/3 din totalul capacității intervalului activ. În unele țări (EU) a fost înlocuit cu noțiunea de capacitate maximă hidraulică a solului care reprezintă umiditatea reținută de sol din momentul încetării percolării și se exprimă în m³, în procente, sau în mm.

În funcție de aceste puncte de vedere norma de udare se deter ină diferențiat.

O serie de autori calculează norma de udare (m) după relația generală:

$$m=(h\cdot\rho a\cdot EU)-(h\cdot\rho a\cdot P_{min}), \quad (m^3/ha) \qquad (6.7)$$

sau $$m=h\cdot\rho a(EU-P_{min}),$$

în care: h este grosimea stratului de sol în cm; P_{min} — plafonul minim stabilit experimental pentru plantele cultivate.

Din relație se vede că norma de udare reprezintă diferența de apă exprimată în m³, dintre (EU) și (P_{min}). Cantitatea de apă ce trebuie distribuită pe suprafața de teren cultivată se va infiltra mai repede sau mai încet în funcție de însușirile fizice ale solului respectiv. În acest caz timpul (t) de infiltrare este cel care determină mărimea normei de udare și folosirea ei de către cultura respectivă:

$$t=\frac{m}{v_f} \text{ (ore)}, \qquad (6.8)$$

în care: m este norma de udare exprimată în cm H_2O; v_f — infiltrația, cm/h.

În unele studii norma de udare se determină luînd în considerare provizia de apă la capacitatea maximă hidraulică a solului și provizia momentană de apă a solului conform relației

$$m=(0{,}4\ldots0{,}5)(C-c), \quad (m^3/ha) \qquad (6.9)$$

în care: 0,4...0,5 este factorul de reducție al capacității maxime hidraulice; C — capacitatea maximă hidraulică în stratul activ, în m³/ha; c — cantitatea de apă existentă în solul ce urmează să fie irigat, în m³/ha.

F. Klatt determină necesarul de apă al unei culturi (m) pentru intervalul de 5 zile utilizînd relația:

$$m=ET=\left[\frac{1}{3}+\frac{1}{30}\cdot t^\circ_m\right]t^\circ_m \text{ [mm]} \qquad (6.10)$$

în care:

t°_m este temperatura medie zilnică.

În multe din lucrările apărute în țara noastră, norma de udare se determină după relația:

$$m=110\cdot H\cdot\rho a(C-P_{min}), \quad (m^3/ha) \qquad (6.11)$$

în care: H este stratul de sol în m; 10 — eventuale pierderi. Cînd plafonul minim este apreciat experimental la 1/2 din (IUA) norma de udare se determină după relația:

$$m=110\cdot H\cdot\rho a\frac{(C-C_0)}{2}, (m^3/ha) \qquad (6.12)$$

sau: $$m=h\cdot\rho a\frac{(C-C_0)}{2}+10\%$$

în care h este adîncimea în cm.

Scanned with OKEN Scanner

Cînd (P_{min}) este egal cu (C) relaţia nu mai poate fi folosită. Cînd însă plafonul minim creşte, norma de udare scade şi invers, la plafon minim scăzut, norma de udare este mare, fapt ce demonstrează că norma de udare trebuie încă bine studiată şi îmbunătăţite relaţiile propuse, deoarece nu satisfac simultan cerinţele pedologice şi fiziologice ale culturilor irigate.

6.3. UDĂRILE DIN PERIOADA DE VEGETAŢIE A PLANTELOR

Rădăcinile plantelor în cursul vegetaţiei cresc atît ca număr cît şi ca lungime în stratul de sol. Adîncimea de umezire este condiţionată de adîncimea pînă la care se găseşte masa principală de rădăcini. Acest strat, denumit şi strat activ, are o grosime ce variază între 0,5—1 m.

Cantitatea de apă existentă în intervalul umidităţii active ($C—C_0$) în funcţie de textura solului este asimilată diferenţiat de fiecare cultură. Cercetările recente au dovedit că plantele cresc şi se dezvoltă pînă la un nivel de umiditate cît mai apropiat de (C). În cadrul noţiunii de (IUA) trebuie introdusă noţiunea de interval optim de umiditate iar în scara acestuia se va plasa numeric plafonul minim pentru fiecare cultură.

Adîncimea stratului de sol luat în considerare la calculul normei de udare se diferenţiază ţinînd seama de:

— sistemul radicular (plante cu rădăcini profunde, soia, lucernă, explorează un strat mai gros de sol);

— economia de apă; pe un strat de sol mai puţin profund norma de udare va fi mai mică;

— reducerea numărului de instalaţii pe unitatea de suprafaţă; dacă norma de udare este mai mică, viteza de udare şi de deplasare a instalaţiei creşte;

— înlăturarea salinizării secundare; ştiut fiind că norme mari de udare accelerează joncţiunea apei suspendate cu apa sprijinită şi fenomenul de salinizare, înmlăştinare se iveşte curînd.

Producţia culturilor este condiţionată în principiu de respectarea plafonului minim stabilit pe întreg sezonul de vegetaţie.

Din numeroase experienţe s-a văzut că deşi s-a respectat plafonul minim, producţia s-a menţinut la nivele scăzute sau nu a fost economică. Plantele cultivate, prin natura lor, se diferenţiază printr-o oarecare *rezistenţă* la secetă astfel: soia, lucernă, datorită sistemului radicular profund explorează un strat mai gros de sol.

Rădăcinile plantelor la umiditate redusă cresc mai încet.

La umiditatea corespunzătoare ofilirii permanente, rădăcinile cresc cîţiva mm pe zi, conductivitatea hidraulică (K) fiind de 10^{-5} cm/zi.

La o mişcare a apei înceată rădăcinile nu se înmulţesc. Umiditatea relativă a aerului scăzută are o mare înrîurire asupra (ETP), deoarece consumul creşte brusc şi plantele mai turgescente se ofilesc temporar; stomatele se închid cu repercusiuni asupra procesului metabolic. Norme mici de udare în zonele aride au rostul să diminueze forţa evaporantă a atmosferei, să reducă (ETP) exagerată şi să evite şiştăvirea plantelor.

Scanned with OKEN Scanner

Norma de udare astfel analizată reprezintă un element esențial în obținerea de producții economice.

Umiditatea actuală influențează norma de udare în sensul că pe un sol uscat norma de udare va fi mare și invers pe cel umed. Udarea se aplică cînd umiditatea din sol exprimată prin provizia momentană de apă, a coborît la plafonul minim al umidității, stabilit anterior. Acest prag de umiditate se controlează prin sondaje periodice.

În funcție de viteza de infiltrație, norma de udare poate fi administrată solului în una sau mai multe reprize. Pe solurile grele, irigate timp îndelungat, cu procent redus de humus, sînt necesare lucrări energice pentru a le mări temporar viteza de infiltrație.

Cînd se irigă pe brazde cu norme mici, pentru aplicarea uniformă a apei, se irigă numai brazdele pare sau numai cele impare.

La irigarea prin aspersiune datorită vitezei cu care cad picăturile de ploaie pe suprafața solului, o parte din agregatele solului se distrug și după puțin timp solul capătă aspect de înămolit. La picăturile de ploaie mici, efectul de distrugere al agregatelor este redus dar randamentul ploii scade. Se apreciază că totalul energiei picăturilor de ploaie la o intensitate de 2,54 mm/h=250 *CP*/ha.

Pe solurile mijlocii cu suprafața nivelată, cantitatea maximă de apă ce se poate da la o repriză este de circa 500 m³/ha iar pe cele în pantă, 350 m³/ha. L. Delcev a demonstrat că lucerna irigată în condițiile unui sol cu nivelul freatic ridicat și plafonul minim de 70 % din (*C*) pe adîncimea de 50 cm cu o normă de udare de 500 m³/ha aplicată în 1...3 reprize la fiecare coasă a realizat producție mai economică decît varianta cu plafonul minim de 70% din (*C*) dar pe stratul activ de 80 cm. În unele țări se preferă aspersiunea cu intensități reduse, așa-numita ploaie lentă (adică sub 5 mm/h).

Ploaia lentă este preferată prin faptul că durata de staționare a aripilor de udare este mare (8—10 ore) ceea ce duce la economie de muncă și dă posibilitatea udărilor în tmpul nopții. Are însă dezavantajul că necesită un număr mare de instalații la unitatea de suprafață.

Intervalul între udări este condiționat de specie (cultură), consumul total (*ET*), de rezerva de apă din sol și de precipitații. De la semănat și pînă la prima udare, intervalul (*T*) se determină cu relația:

$$T = \frac{R_i - P_{min} + P}{ET}, \text{ (zile)} \qquad (6.13)$$

în care: *T* este intervalul de timp, în zile, de la semănat la prima udare;

R_i — rezerva inițială a apei din sol la începutul perioadei de vegetație în m³/ha;

P — precipitații medii din perioada considerată în m³/ha/zi

P_{min} — plafon minim în m³/ha;

ET — consumul de apă în m³/ha/zi.

Pentru intervalul (*T*) între două udări consecutive se iau în considerare norma de udare precedentă (*m*) și precipitațiile căzute (*P*):

$$T = \frac{m + P}{ET} \text{ (zile)} \qquad (6.14)$$

Scanned with OKEN Scanner

În cazul că nu se cunosc precipitațiile, presupunînd că umiditatea solului este menținută la 1/2 din (IUA) pe adîncimea (h) și că umiditatea solului ajunge la (C) după 2 zile de la terminarea udării, intervalul (T) în zile va fi:

$$T = \frac{(C - C_0) \cdot h \cdot pa}{2 \cdot ET} + 2 + \frac{t}{24}, \qquad (6.15)$$

unde: t — este numărul de ore la o udare.

6.4. PROGNOZA UDĂRILOR

Momentul cînd trebuie aplicată udarea se determină din realația sol-apă-plantă-climă. În prezent teoria cu privire la momentul udării fundamentată pe date experimentale demonstrează că deîndată ce umiditatea din sol a început să se apropie de limita plafonului minim (stabilit în prealabil), trebuie să înceapă udare.

La prognoza bioclimatică se urmăresc și se analizează factorii:

— *climatic* (pluviometria, temperatura, durata de insolație).

Numărul stațiilor pentru evaluarea (ETP) variază în limitele a 9... 12 posturi la 40 000 ha, iar pentru înregistrarea precipitațiilor un post pluviometric la 2 500—3 000 ha;

— *geografic*; delimitarea zenelor climatice se realizează în funcție de izohietele regiunii respective. Formulele pentru calculul (ETP) se aplică numai dacă plantele acoperă suficient terenul, ceea ce nu este cazul pentru toate culturile la o epocă dată:

— *cultural*; exceptînd perioada de *repaus* pe solul acoperit de culturi se admite că (ETR) este fie egală cu (ETP), fie inferioară.

Pentru a stabili cît mai exact momentul udării se cercetează diferite variante și se reținpentru practică cele ce sînt mai economice.

Există mai multe metode practicate în prognoza udării.

Metode directe. Prin sondări periodice se determină umiditatea solului care se exprimă în procente din masă, în mm H_2O și atmosfere. Cînd umiditatea solului sau forța de sucție se apropie de plafonul minim stabilit în prealabil, se începe udarea.

Cantitatea de apă folosită la udare va completa umiditatea de la plafonul minim pînă la capacitatea de cîmp. După 24—48 ore de la executarea udării se verifică prin sondări cantitatea de apă reținută de sol cît și uniformitatea repartizării umidității pe profilul solului. Metodele directe, în prezent fac uz de aparate moderne ca: tensiometre, blocurile de gips, sonda electrică și neutronică.

Metode indirecte. Prognoza udărilor se execută pe baza bilanțului apei în sol folosind date experimentale determinate în prealabil. Momentul udării se apreciază cu erori însemnate însă cu minim de muncă. În grupa metodelor indirecte deosebim:

Metoda planificării care se practică făcînd apel la datele medii, multianuale de consum și de precipitații ale locului, precum și la indicii hidrofizici ai solului.

Scanned with OKEN Scanner

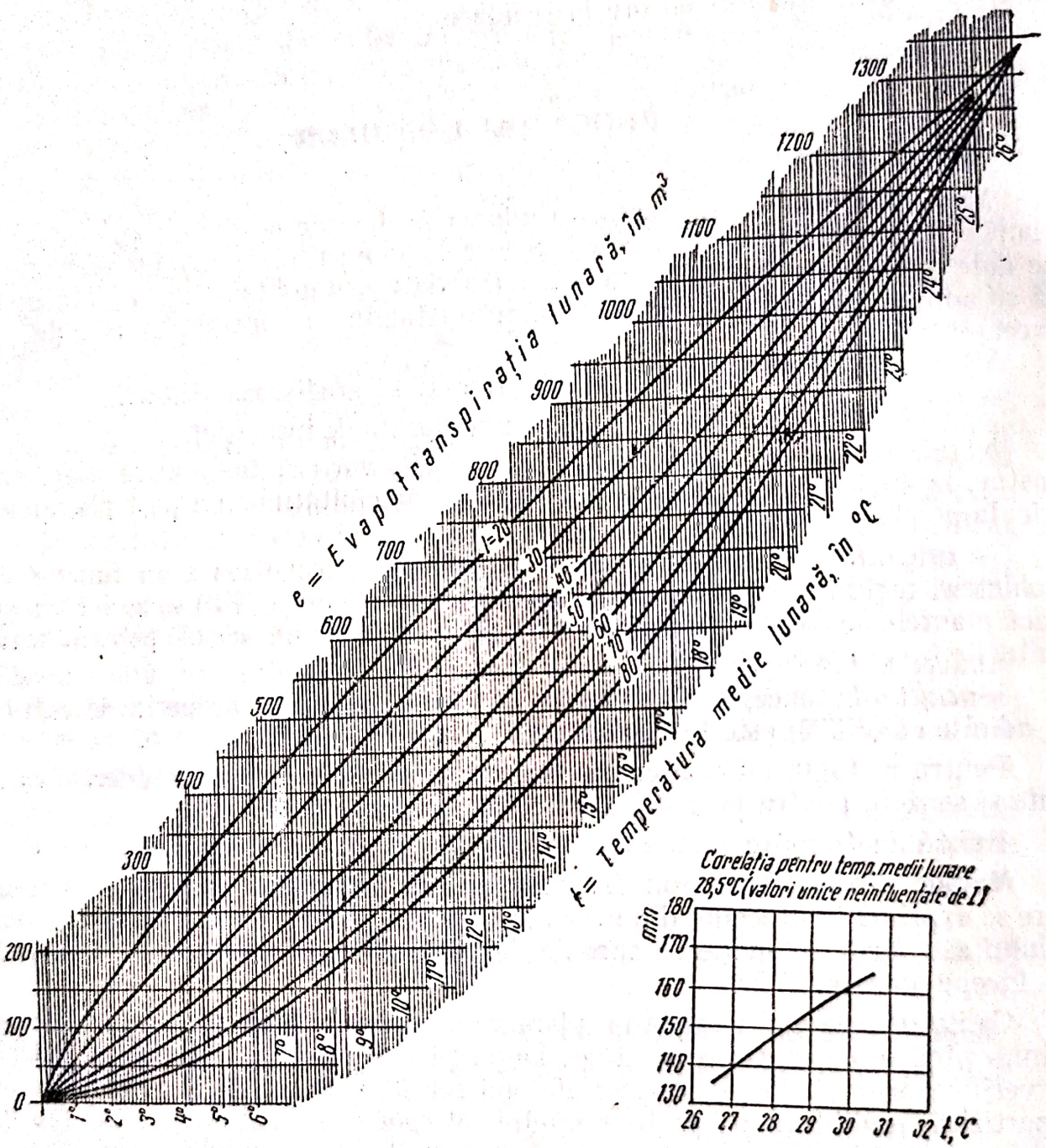


Fig. 6.2. Abacă pentru determinarea consumului lunar, în m³/ha.

TABELUL 6.3

Bilanț pentru prognoza udărilor pe baza datelor medii de consum și precipitații (în m³/ha)

Intervalul	Durata zile	Deficit		R_i	m	R_f	Data udării
		zilnic $(ET)-P$	Total			R_i + deficit + m	
10 IV — 30 IV	20	−7,5	−150	3 700	—	3 850	
1 V — 31 V	31	−9,0	−280	3 850	—	4 130	
1 VI — 15 VI	15	23,0	350	4 130	—	3 780	
16 VI — 20 VI	5	37,0	180	3 780	—	3 600	
21 VI — 25 VI	5	37	180	3 600	—	3 420	
26 VI — 28 VI	3	37	110	3 420	—	3 310	
29 VI — 1 VII	3	37	110	3 310	900	4 100	29 VI
2 VII — 11 VII	10	52	520	4 100	—	3 580	
11 VII — 15 VII	4	60	240	3 580	—	3 340	
16 VII — 25 VII	10	46	460	3 340	900	3 780	16 VII
26 VII — 31 VII	6	60	360	3 780	—	3 420	
1 VIII — 2 VIII	2	62	120	3 420	—	3 300	
3 VIII — 10 VIII	8	62	500	3 300	1 000	3 800	3 VIII
11 VIII — 20 VIII	10	25	250	3 800	—	3 550	
21 VIII — 24 VIII	4	62	250	3 550	—	3 300	
25 VIII — 31 VIII	6	41	250	3 300	1 000	4 050	25 VIII
1 IX — 10 IX	10	28	280	4 050	—	3 770	
11 IX — 20 IX	10	28	280	3 770	—	3 490	
21 IX — 30 IX	10	28	280	3 490	—	3 210	

Notă: pentru bilanț: h=150 cm; C=4 300 m³/ha; C_0=2 100 m³/ha; P_{min}=3 300 m³/ha; pentru norma de udare h=100 cm: m=900 m³/ha.

În țară există determinări ale consumului mediu zilnic și lunar pentru un număr de 10 culturi și 4 zone pedoclimatice. Pentru exemplificare se dă tabelul 6.3. în care s-au utilizat datele de bilanț pentru porumb boabe.

În cadrul acestei metode este necesar să se cunoască rezerva de apă din sol la începutul perioadei de vegetație.

Metoda reiterației estimează consumul de apă după formula Thornthwaite C. W. Pe baza datelor de temperatură din decada expirată se calculează (ETP) corespunzătoare. Se corectează (ETP) pentru cultura respectivă apoi se scade din rezerva inițială—R_i—care poate avea valoarea normei de udare—și restul va fi deficitul apei din sol. Înregistrarea automată a datelor meteorologice prin sistem radio dă posibilitatea înscrierii tuturor datelor simultan și cu un calculator electronic se poate stabili momentul udării cu mare ușurință și exactitate. Pentru simplificarea prognozei se face apel la abaca din fig. 6.2. În abacă se dă valoarea necorectată a consumului lunar în funcție de temperatura medie lunară (de la 0...27°C) și indicele termic I al locului (de la 20...80). Estimarea consumului (ETP) se poate efectua și prin metoda Bouchet corectată de evaporimetrul Piche — fig. 6.3.

Metoda mixtă. Combinarea metodei indirecte cu cea directă prin verificări periodice asupra rezervei de apă din sol, dă rezultate bune însă cere mai multă muncă.

Elementele cerute în prognoză, sînt:

— consumul total zilnic de apă din sol pentru principalele culturi pe zone pedoclimatice ca medii lunare;

Scanned with OKEN Scanner

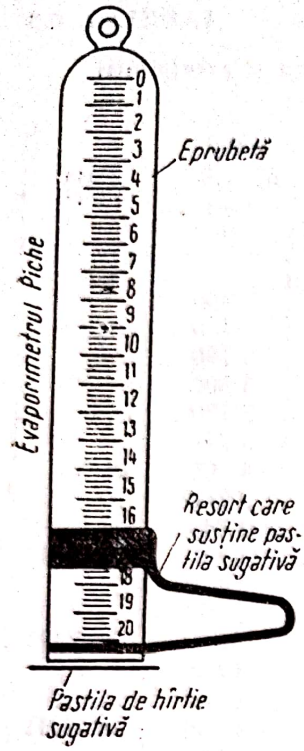


Fig. 6.3. Evaporimetrul *Piche*.

— precipitațiile din zona considerată din care se scad cele mai mici de 5 mm. În medie aceste precipitații reprezintă :
  — în stepă uscată 20% din total
  — în stepă moderată 18% din total
  — în silvostepă 15% din total;
— rezerva inițială (determinată pe adîncimea de 1,5 m) ;
— plafonul minim care în funcție de sol și plantă variază în limita (C...*Co*) ;
— norma de udare (care în funcție de stratul de sol variază de la 200...900 m³/ha).

Metoda de avertizare franceză. Este cea mai simplă metodă aplicată frecvent în Franța ; se bazează pe următoarele date și prezintă următoarea succesiunea tehnologică :

I. Înregistrarea factorilor meteorologici ai anului respectiv și măsurarea evapotranspirației reale maxime (*ETM*) (tabel 6.4).

În cazul folosirii formulei B o u c h e t pentru măsurarea (*ETM*) se cer :

— lizimetre (evapotranspirometre) plasate în cîmp în două repetiții pentru fiecare specie de plantă luată în studiu, citirile și înregistrările urmînd să se facă zilnic pe întreaga perioadă de vegetație ;

— instalații de irigat pentru a uda culturile luate în studiu la diferite regimuri în raport cu (*ETM*) ;

— evaporimetrul P i c h e necesar determinării evaporației sub adăpost și în afara adăpostului.

TABELUL 6.4

Valori meteorologice necesare în cazul aplicării formulei B o u c h e t

Luna	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Temperatura medie sub adăpost ($\bar{X}$)												
Temperatura maximă sub adăpost ($\bar{X}$)												
Temperatura minimă ($\bar{X}$)												
Precipitații, mm												
Evaporația măsurată cu evaporimetrul P i c h e, mm												
Durata de insolație în ore pe lună												

$\bar{X}$ — medie lunară

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 6.5

Valori meteorologice, necesare în cazul aplicării formulei L. Turc

Decada	Temperatura		Insolația	Precipitații	Decada	Temperatura		Insolația	Precipitații	Decada	Temperatura		Insolația	Precipitații
	min	max				min	max				min	max		
1. . . 10.					11. . . 21.					21. . . 31.				
Suma					Suma					Suma				
$\overline{X}$					$\overline{X}$					$\overline{X}$				
$\overline{X}$					$\overline{X}$					$\overline{X}$				

TABELUL 6.6

Valorile meteorologice centralizate în cazul folosirii formulei L. Turc

Decada sau luna	Temperatura			1) h	2) H	I_gA	I_g	ETP	Precipitații	$ETP-P$
	min.	max.	media							
I										
II										
III										
etc.										

II. Calcularea evapotranspirației potențiale (*ETP*).

Pe baza valorilor climatice se poate calcula (*ETP*) folosind una din formulele prezentate (fig. 6.4).

Regimul de irigare ce se va adopta este condiționat de factorii climatici, fiziologici (reacția fiziologică a vegetației este foarte diferită de la o cultură la alta, cu variații constante în cursul perioadei de vegetație) și economici, rezultați prin rentabilitatea udării. Fiecare dintre factori trebuie studiat separat.

Fazele și desfășurarea operațiilor privind avertizarea udării după metoda franceză:

a. Măsurarea evapotranspirației reale maxime (*ETM*) a culturii în evapotranspirometru. Din înregistrările zilnice se obține la sfîrșitul perioadei de vegetație consumul total (*ETM*) precum și variația lui în funcție de faza de vegetație. Producția obținută reprezintă optimul tehnic al culturii studiate.

---

[1]h este durata efectivă a insolației pe toată perioada ; [2]H este durata totală a zilei pe aceeași perioadă, în ore.

Scanned with OKEN Scanner

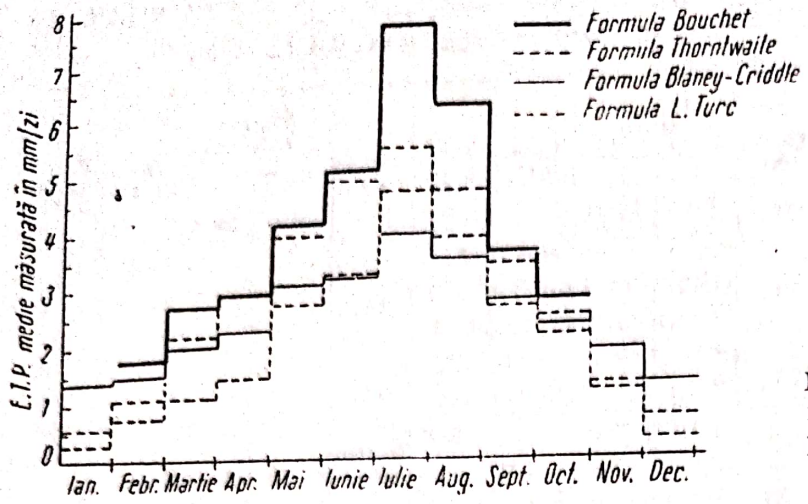


Fig. 6.4. Reprezentarea grafică a evapotranspirației potențiale după diferite formule.

b. Alegerea regimului de irigare. În practică nu este posibil a se iriga o cultură pe suprafață mare la plafonul cerut de (*ETM*) ci vor trebui studiate mai multe regimuri de udare, alegîndu-se plafonul de udare care corespunde unui optim economic. La stabilirea regimului de irigare, *„optim economic"* se pleacă de la (*ETM*) (ca nivel de referință) comparînd-o cu norme de irigație din ce în ce mai mici. Pe cale experimentală se va găsi cel mai indicat regim de irigare.

c. Relații între consumul real (*ETM*) și (*ETP*). Datele obținute în primele două faze (*a* și *b*) sînt reale pentru condițiile climatice ale anului studiat și într-un loc dat. Pentru centralizarea datelor, ulterior, vor trebui conexate cu date ușor de măsurat în diferite condiții de climă și sol. În consecință (*ETM*) poate fi înlocuit cu (*ETP*) calculată prin una din formulele cunoscute. Formula B o u c h e t corectată permite calculul zilnic al (*ETP*). Avînd cunoscută (*ETM*) și (*ETP*), din raportul lor se obține coeficientul de corecție (*K*) la fiecare fază de vegetație a culturii studiate:

$$K = \frac{ETM \text{ la cultura } A}{ETP \text{ (nivel de referință)}} \cdot 100 \qquad (6.16)$$

Coeficientul de corecție poate fi determinat pentru principalele faze de vegetație ale fiecărei culturi și dacă după cîțiva ani se dovedește că este relativ constant, va fi suficient să se cunoască într-un loc valorile succesive ale (*ETP*) elementul de referință, pentru a deduce (*ETM*) a culturii considerate.

În mod frecvent în cercetările franceze (*ETM*) este comparată cu (*ETP*), calculată prin formula B o u c h e t,

$$ETP = \alpha \cdot E_p \cdot \lambda(\theta) \qquad (4.21)$$

Pentru exemplificare prezentăm (*ETM*) la cartofi, soiul Bintje, unde s-a urmărit:

— nevoile de apă ale acestei culturi (*ETM*) în evapotranspirometru;
— norma de irigație cu cea mai mare eficiență.

Datele cu privire la tehnologia culturii cartofului și fazele importante de vegetație se urmăresc și se notează separat astfel:

a) evapotranspirația reală maximă (*ETM*) măsurată în evapotranspirometru. Evapotranspirometrul în care s-au cultivat cartofii a fost plasat în aceleași condiții cu ale parcelelor înconjurătoare, identic cu parcelele de cîmp

Scanned with OKEN Scanner

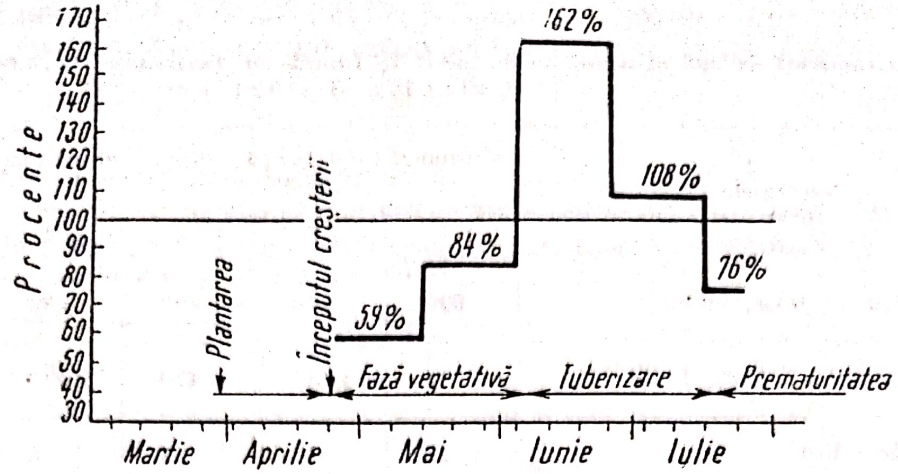


Fig. 6.5. Evapotranspiraţia reală inaximă (*ETM*) în procente faţă de *ETP* (B o u c h e t).

b) evapotranspiraţia reală maximă (*ETM*) sau consumul real al culturii din evapotranspirometru, de la plantare pînă la 23 iulie, data de oprire a udărilor (deoarece creşterea cartofului a încetat) a fost de 570 mm. Scăzînd din consumul de 570 mm, consumul anterior răsăritului care a fost de 70 mm, consumul în perioada activă 24.IV-23.VII ajunge la 500 mm. În aceeaşi perioadă (*ETP*) calculată prin formula Bouchet a fost de 486 mm.

Din analiza curbei consumului de apă (fig. 6.5) (*ETM*) în procente faţă de (*ETP*) calculată se disting următoarele perioade:

a. de la plantare la răsărire (*ETM*) este la fel ca pe un sol necultivat;

b. de la răsărire la înflorire unde (*ETM*) rămîne constant inferioară (*ETP*), apropiindu-se totuşi de ea; este inferioară cu 59% la începutul perioadei şi cu 84% la sfîrşitul perioadei (faza creşterii foliajului);

c. cuprinde perioada formării tuberculilor în timpul căreia (*ETM*) este net superioară (*ETP*). La începutul perioadei ajunge la 162% din (*ETP*) şi scade la 108% către sfîrşitul perioadei de formare a tuberculilor;

d. ultima perioadă cuprinde faza de prematuritate în care udarea nu este necesară.

Alegerea celui mai bun regim de irigare a cartofului din soiul Bintje.

Variantele regimului de irigare cercetate şi analizate au fost:

1. 100% din (*ETM*) în evapotranspirometru pe întreaga perioadă de vegetaţie (17 săptămîni).

2. 100% din (*ETM*) de la răsărire pînă la sfîrşitul formării tuberculilor (13 săptămîni).

3. 80% din *ETM* de la răsărire pînă la sfîrşitul perioadei de formare a tuberculilor (13 săptămîni).

4. 60% din *ETM* de la răsărire pînă la sfîrşitul perioadei de formare a tuberculilor (13 săptămîni).

5. Neirigată.

Udările s-au eşalonat de la 28.III—21.VII iar pentru alte variante de la 3.V—21.VII Normele de udare au variat de la 15...25 mm la începutul vegetaţiei şi după aceea 50 mm (tabelul 6.7).

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 6.7

Consumul de apă și numărul de udări în funcție de variantele studiate (Grisolle și Portier)

Variantele	Consumul total de apă, m³/ha, pentru fiecare variantă de la plantare (22.III) pînă la (21.VII)				
	1	2	3	4	5
Precipitații naturale, m³/ha	699	699	699	699	699
Apa de irigație, m³/ha	5 034	4 484	3 470	2 713	0
Număr de udări	13	10	8	6	0
Consumul total de apă, m³/ha	5 733	5 183	4 169	3 412	699
% în funcție de (*ETM*)	100% pe 17 săptămîni	100	80%	66%	13%
		pe 13 săptămîni			

În continuare variantele expuse în tabelul 6.7 se analizează prin producția comerciabilă și coeficientul de valorificare a apei (tabelul 6.8).

TABELUL 6.8

Analiza factorului economic prin producția comerciabilă de cartofi și coeficientul de valorificare al apei

Varianta	Consum total (m³/ha)	Producția comercială (kg/ha)	Spor consum apă (m³/ha)	Spor de producție (kg/ha)	Coef. de valor.a apei (m³/kg)		
					Total consum	Apă de irigație	Spor apă / Spor prod.
100% din (*ETM*)	5 733	42 872	5 034	33 106	0,13	0,12	0,15
100% din (*ETM*) (13 săptămîni)	5 183	43 061	4 484	33 295	0,11	0,10	0,13
80% din (*ETM*) 13 săptămîni	4 169	38 367	3 470	28 601	0,10	0,09	0,12
60% din (*ETM*) 13 săptămîni	3 412	36 236	2 713	26 170	0,09	0,08	0,10
13% din (*ETM*) (neirigat)	699	9 766	mt.	mt.	0,06	mt.	mt.

Analizînd variantele din tabelul 6.7 se desprinde concluzia că varianta irigată la 60% din (*ETM*) a valorificat cel mai bine apa de irigație (sporul de apă/ sporul de producție este cel mai economic : 0,10). Deci numai prin cercetare se poate stabili plafonul minim de udare în funcție de (*ETM*), adică în ansamblul ecosistemului sol-apă-plantă-climă.

Scanned with OKEN Scanner

În unele țări plafonul minim de udare se exprimă prin forța de sucție a solului (tensiometric) corelat cu evapotranspirația (tabelul 6.9).

TABELUL 6.9

Plafonul de umiditate, exprimat în tensiunea umidității solului (*TUS*), în scopul obținerii de producții maxime, pe soluri bine fertilizate, lucrate și drenate (Taylor 1965)

Cultură	Forță de sucție în bari	Cultură	Forță de sucție în bari
Pentru boabe		*Pomi și arbuști*	
Porumb în vegetație	0,5		
Porumb la maturitate	8,0 – 12,0	Lămîi	0,4
Cereale păioase în vegetație	0,4 – 0,5	Portocali	0,2 – 1
		Viță de vie în vegetație	0,4 – 0,5
Cereale păioase la maturitate	8,0 – 12,0	Viță de vie la maturitate	1,0 –
Pentru sămînță		Căpșuni	0,1 – 0,3
		Pepeni cantalupi*	0,35 – 0,4
Lucernă la preînflorire	2,0	Roșii*	0,8 – 1,5
Lucernă la înflorire	4 – 8		
Lucernă la maturitate	8 – 15		
Morcov de sămînță	4 – 6	*Pentru masă verde*	
Ceapă sămînță	1,5		
Salată	3,0	Lucernă	1,5
		Fasole păstăi	0,7 – 2,0
Pentru bulbi, tuberculi și rădăcini		Varză	0,6 – 0,7
		Salată	0,4 – 0,6
Ceapă timpurie	0,45 – 0,55	Țelină	0,2 – 0,3
Ceapă bulbi	0,55 – 0,65	Tutun	0,3 – 0,8
Cartofi	0,3 – 0,5	Trestie de zahăr	0,25 – 0,3
Morcov	0,55 – 0,65	Porumb dulce	0,5 – 1,0
Sfeclă de zahăr	0,4 – 0,6	Păsuni	0,3 – 1,0

* Plante anuale

Indiferent de metoda prin care se stabilește plafonul minim de udare, este necesar ca în final să se emită un buletin de avertizare a udărilor. La întocmirea buletinului de avertizare a udărilor după metoda Grisolle și Portier se iau în seamă o serie de date meteorologice ca: precipitațiile și date ce vizează solul, planta, atmosfera, sintetizate în (*ETM*).

În tabelele 6.10 și 6.11 se prezintă un model de buletin de avertizare a udărilor.

După 14 zile este nevoie de o normă de udare de 53 mm (pentru a completa deficitul) la care se adaugă 10% pierdere prin evaporare în timpul udării.

La sfîrșitul celei de a doua săptămîni se începe udarea cu norma de 580 m³/ha.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 6.10

Date sintetice necesare întocmirii buletinului de avertizare

Săptămîna		Cultura			
		ETM. zilnică (mm)	Precipitaţii căzute (mm)	ETM. cumulată deficit	Plafonul minim (mm)
	30	—		—	53
	31	—		0	
I	1	4		4	
	2	4		8	
	3	4		12	
	4	4		16	
	5	4		20	
	6	4		24	
	7	4		28	
a II-a	8	5		33	
	9	5		38	
	10	5	12	31	
	11	5		36	
	12	5		41	
	13	5		46	
	14	5		51	

TABELUL 6.11

Buletin de avertizarea udării

pentru săptămîna de la.....pînă la.....

Zona.....

ETP (formula...1) în mm

Total ptr. perioada	
Media zilnică	

Precipitaţii, în mm căzute în cursul săptămînii

Precipitaţii naturale	

ETP (consum)	Cultura						
Consumul total de apă, în mm							
Media zilnică a consumului, mm/zi							

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 6.11. (continuare)

Exemplu de conducere practică a udărilor, norma și frecvența. Frecvența udărilor este dată cu titlu orientativ pe baza consumului săptămînii scurse ; ea trebuie să fie corijată dacă perioada ce separă două udări acoperă mai multe săptămîni.

Culturile																	
Norma, în mm, frecvența în zile		Norma	Frecvența	Norma	Frecvența	Norma	Frecvența	Norma	Frecvența	Norma	Frecvența	Norma	Frecvența	Norma	Frecvența
Tipul de sol															

6.5. UDAREA DE APROVIZIONARE

În scopul reducerii numărului de udări din perioada de vegetație, cît și a asigurării culturii cu umiditate suficientă încă din primele faze de vegetație, se practică în unele țări aprovizionarea solului cu apă pînă la (C), pe adîncimea de 1,5 m.

Cantitatea de apă distribuită în afara perioadei de vegetație pe o unitate de suprafață pentru a umezi solul la (C), pe o adîncime de 1,5 m se numește normă de aprovizionare.

Momentul aplicării udării de aprovizionare. Udarea de aprovizionare se aplică în afara perioadei de vegetație a culturilor. Așa spre exemplu poate fi distribuită :

— înainte de pregătirea terenului ;

— imediat după recoltatul plantei premergătoare.

În cazul culturii grîului după porumb, se aplică sub forma unei udări în faza de coacere în pîrgă a culturii de porumb sau poate fi administrată imediat după recoltarea porumbului, mai cu seamă în cazul hibrizilor timpurii. Udările de aprovizionare se pot aplica și imediat după semănat.

Udările de aprovizionare aplicate înaintea arăturii de toamnă sînt riscante, mai ales în toamnele bogate în precipitații ; aplicate însă primăvara sînt bune pentru culturile tîrzii ca : sorg, soia, porumb, dar nu pentru sfecla de zahăr deoarece se întîrzie semănatul.

În unii ani udarea de aprovizionare se poate efectua și în ferestrele de iarnă.

Mărimea normei de aprovizionare. Împreună cu precipitațiile de iarnă udarea de aprovizionare trebuie să asigure, pe adîncimea de 1,5 m, umiditatea corespunzătoare capacității de cîmp. În acest caz mărimea normei se poate determina din bilanțul de apă al solului în circuit închis. La i n t r ă r i se înscrie rezerva inițială în momentul aplicării udării, apa aplicată ca normă de aprovizionare și precipitațiile de iarnă, iar la i e ș i r i se trec pierderile din precipitațiile de iarnă și rezerva finală.

$$R_i + a + P_i = 0{,}3\,P_i + R_f \qquad (6.17)$$

Scanned with OKEN Scanner

de unde norma de aprovizionare :

$$a = R_f - R_i - 0{,}7P_i \qquad (6.18)$$

în care : R_i este rezerva inițială de apă în momentul aplicării udării de aprovizionare în m³/ha ; R_f — rezerva finală de apă în sol la desprimăvărare, corespunzătoare umezirii solului la capacitatea de cîmp în m³/ha ; 0,7 P_i — 70% din precipitațiile căzute în timpul iernii.

În general mărimea normei de aprovizicnare este de 900—1 000 m³/ha în stepă și 500—700 m³ în silvostepă.

Uneori apare necesitatea aplicării udării de aprovizionare cu norme mai mici, 400—500 m³/ha și acestea cu scopul de a se asigura răsăritul culturii. Pe solurile uşcare, udarea de aprovizicnare se efectuează numai în vederea semănatului și cu norme mici.

Zonele pedoclimatice avizate la irigarea de aprovizicnare sînt :

— zona *A* — cu precipitații de iarnă cuprinsă între 150—200 mm, cuprinde aproape în întregime estul țării și suprafețe întinse din Transilvania, Dobrogea și toată Moldova.

— zona *B* — cu precipitații de iarnă între 200—250 mm. Cuprinde toată Cîmpia Dunării fără Cîmpia Bărăganului și Cîmpia de Est a țării.

— zona *C* — cu precipitații de iarnă care variază între 250—300 mm. Cuprinde sud-vestul Olteniei și partea centrală a Banatului.

Reiese că în zona *B* unde precipitațiile nu depășesc 250 mm sînt necesare udări de aprovizicnare, excepție făcînd sclurile grele. Din experiența de pînă acum se poate spune că în stepă este necesar să aplicăm udarea de aprovizionare tcamna.

În silvostepă sînt necesare numai în anii secetoși ; în zona pădurilor nu sînt necesare udările de aprovizicnare.

Scanned with OKEN Scanner

Partea a doua

TEHNICA IRIGĂRII

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 7

TEHNICA DE IRIGARE PRIN SCURGERE LA SUPRAFAȚĂ

7.1. CLASIFICARE, CRITERII DE PROIECTARE, AVANTAJELE IRIGĂRII PRIN SCURGERE

În agricultura irigată, tehnica de irigare reprezintă un ansamblu de reguli și măsuri cu ajutorul cărora apa de irigație din rețeaua permanentă de canale este adusă și distribuită plantelor pe o suprafață de teren în prealabil amenajată.

Tehnica de irigare folosită trebuie să răspundă în principal următoarelor cerințe:

— să distribuie apa uniform pe terenul de irigat, în concordanță cu mărimea normei de udare;

— să realizeze, prin reducerea pierderilor la infiltrație și evaporație, un coeficient de valorificare al apei cît mai mic;

— să mențină într-o măsură oarecare structura solului;

— să asigure o productivitate a muncii cît mai ridicată.

Distribuția apei de irigație prin metoda scurgerii la suprafață se clasifică astfel: prin inundarea suprafeței (revărsare, fîșii, bazine, submersie) și prin brazde (brazde mari, brazde mici, brazde de contur).

Criteriile ce se urmăresc la proiectarea irigației prin scurgere la suprafață.

Înmagazinare de apă în zona activă a solului. Cantitatea de apă ce se înmagazinează variază cu specificul culturii, cu faza de vegetație, cu grosimea și textura stratului de sol. Metoda de irigație ce se va adopta trebuie să fie suficient de flexibilă pentru a întruni și răspunde la variate cerințe ale structurii culturilor. Unele plante reclamă strat activ mai adînc, exemplu: soia, lucerna, ca urmare cantitatea de apă înmagazinată trebuie să fie mai mare;

Distribuirea uniformă a apei. Este aproape imposibil de a proiecta un sistem de irigație care să răspundă satisfăcător tuturor cerințelor; de exemplu, în timp ce mărimea debitului variază în funcție de consumul plantei, infiltrația dimpotrivă, scade cu timpul, conducînd în acest fel la prelungirea perioadei de udare;

Minimul de eroziune. Fenomenul de eroziune nu poate fi stăvilit total, dar poate fi redus. Urmărirea atentă a eroziunii în timpul irigării este aproape singura cale pentru a determina mărimea debitului permis în brazdă;

Minimul de evacuare al apei de irigație din cîmp. Cantități mari de apă se irosesc la sfîrșitul irigației, în sensul că plusul de apă se evacuează. Diminuarea acestor pierderi se face prin reducerea debitului ce intră efectiv în sol, alimentînd brazdele cu apă, prin dispozitive etalonate (sifoane și conducte prevăzute cu fante). Metoda s f e r t u l u i sau ș e s i m i i, practicată la udarea pe brazde face economie de apă. Refolosirea apei evacuate ca surplus din parcela de irigație se aplică în sistem amenajat cu brazde scurte;

Minimul de suprafață folosit pentru canale și alte lucrări de artă. Normal, 5% din suprafață irigată prin scurgere la suprafață, se pierde prin trasarea de canale. Brazdele lungi și folosirea de conducte înlătură pierderile de teren, acestea ajungînd sub 1%.

Adaptarea sistemului proiectat pe solul respectiv în funcție de granulometrie și grosimea stratului arabil.

Greutăți considerabile apar la irigație, pentru faptul că brazdele traversează soluri diferite ca textură, pantă și grosime. Infiltrația în acest caz va fi diferită pentru fiecare porțiune a brazdei și debitul nu poate fi modificat rapid în funcție de apariția acestor neuniformități. Capacitatea de reținere pentru apă a solului fiind variabilă de la sol la sol și frecvența irigației va fi diferită.

Adaptabilitatea sistemului proiectat la evoluția tehnicii. Proiectantul trebuie să prevadă introducerea unei tehnici de perspectivă privind prelucrarea solului, întreținerea culturilor și recoltarea lor. Trecerea la tehnica nouă să se facă cu minimum de cheltuieli.

Avantajele metodei de udare prin scurgerea la suprafață. Încă din antichitate omul a observat că plantele în condiții de umiditate suficientă cresc bine; astfel civilizația sumeriană, babiloniană, egipteană etc. au cunoscut și practicat intens irigarea culturilor. Metoda de irigație folosită în acele timpuri a fost prin scurgere la suprafața solului. Această metodă pe parcursul timpului s-a îmbunătățit continuu, încît azi după meticuloase analize (expuse la Congresul al IV-lea al Comisiei Internaționale pentru irigații și drenaj Madrid, 1960), metoda scurgerii la suprafață oferă în unele cazuri avantaje economice net superioare aspersiunii cum ar fi :

— apa este distribuită la suprafața solului pe direcția pantei deci fără consum de energie (reclamă consum de energie numai în rețeaua de alimentare);

— umezește uniform stratul de sol supus udării;

— productivitate sporită: 3—25 ha/om;

— posibilitatea de a iriga terenurile în pantă, imperfect nivelate;

— în zonele bîntuite de vînt este singura metodă ce asigură udarea economică și uniformă;

— se pretează la automatizare în aceeași măsură ca și irigarea prin aspersiune.

Totuși trebuie să se aibă în vedere că infiltrația mare precum și cea excesiv de mică, limitează extinderea metodei.

Scanned with OKEN Scanner

Dezavantajele udării prin scurgere la suprafață sînt :

— necesită utilaj special pentru executarea amenajării inițiale cît și pentru întreținere ;

— are viteză redusă în amenajare ;

— investiția solicitată la începutul amenajării pe terenurile frămîntate este mai mare decît la aspersiune.

Pentru ca irigarea prin scurgere să fie cît mai eficientă și uniformă se cer următoarele :

— amenajarea anuală a terenului să fie cît mai riguros executată în funcție de : pantă, permeabilitatea solului, nivelul apei freatice, condițiile meteorologice, astfel ca plantele să găsească în sol tot timpul vegetației, apa ușor cedabilă, fără ca fenomenul de degradare fizică și chimică al solului să se declanșeze ;

— înlocuirea rețelei provizorii cu conducte transportabile ;

— utilizarea sifoanelor hidrometre și dispozitivelor pentru măsurarea apei ce intră în brazdă ;

— mîna de lucru să fie calificată.

7.2. REȚEAUA PROVIZORIE DE UDARE

Cîmpul supus irigării prin scurgere la suprafață, dimensionat și organizat în acest scop, cuprinde sectorul și parcela de irigație în care se cultivă planta.

Sectorul de irigație. Terenul ce se amenajează pentru irigație prin scurgere se împarte în tarlale pe cît posibil de formă regulată. Terenurile în pantă determină însă împărțirea lui în tarlale neuniforme.

Suprafața de teren în interiorul căreia urmează să se execute cu ușurință lucrările agricole și de udare, avînd laturile cuprinse între 400—1 200 m, se numește sector de irigație.

Alimentarea cu apă a sectorului de irigație se realizează prin canalul distribuitor de sector care reprezintă ultima ramificație a rețelei permanente de irigație.

Suprafața unui sector de irigație depinde de : felul culturii, gradul de mecanizare al rețelei provizorii și permanente, relief, etc. și poate varia de la 10—60 ha.

În interiorul sectorului de irigație, rețeaua de conducere și de distribuție a apei se execută și se desființează în fiecare an.

Rețeaua de irigare construită în fiecare an, care se distruge după recoltarea culturii anuale, poartă numele de rețea provizorie sau temporară.

Asigurarea umezirii uniforme a solului, reducerea normei de udare și mărirea de 2—3 ori a productivității muncii udătorilor se face numai printr-o nivelare bine executată și pe suprafețe mari.

Scanned with OKEN Scanner

Tehnica de irigare actuală folosește în rețeaua provizorie brazde și fîșii cît mai lungi. Acestea pot funcționa corect numai pe un teren bine nivelat. În unele țări se consideră normal cînd pentru nivelare se deplasează 700—1 000 m³/ha pămînt.

Nivelarea ce se execută pe un teren trebuie să țină seama de specificul metodei de udare. Astfel la udarea prin submersie specifică culturii orezului, nivelarea trebuie să fie orizontală. La udarea pe brazde și fîșii nivelarea trebuie să realizeze panta în direcția de scurgere a apei fără a depăși limita de declanșare a eroziunii.

Nivelarea terenului se face în două etape: odată la amenajarea terenului, nivelarea inițială sau capitală și în fiecare an înainte de însămînțare, cunoscută sub numele de nivelare de exploatare sau anuală.

7.3. NIVELAREA CAPITALĂ

Pentru executarea nivelării capitale este nevoie de un plan nivelitic la scara 1:2 000 pe baza unui caroiaj la 20 m, cu curbe de nivel cu echidistanța de 0,25 m. Proiectul de nivelare are nevoie și de cartogramă pedologică cu specificarea indicilor hidrofizici și chimici ai solului.

Pentru proiectarea și executarea nivelării capitale s-au elaborat mai multe metode, dintre care metoda profilelor și a celor mai mici pătrate se aplică pe scară largă.

Ordinea lucrărilor, indiferent de metoda după care se va executa nivelarea, cuprinde: alegerea sectoarelor pentru nivelat; ridicarea topografică a terenului de irigat; proiectarea lucrărilor terasiere; transpunerea proiectului în teren; efectuarea lucrărilor de nivelare; verificarea lucrărilor efectuate.

Pe baza planului nivelitic, proiectantul trasează direcția de udare. Pe direcția de udare se întocmesc profile la scara 1:200 orizontal și 1:50 sau 1:100 vertical.

La transpunerea proiectului pe teren limitele contururilor, săpăturilor și umpluturilor se stabilesc cu ajutorul plugului sau grederului. Punctele ridicate se marchează cu jaloane albe, iar depresiunile cu jaloane roșii. În funcție de grosimea solului ce trebuie decopertat se va trece o dată sau de mai multe ori cu screperul.

Finisarea nivelării se face cu nivelatoarele cu cadru lung (fig. 7.1). Dacă s-au prevăzut 4 treceri, prima se face perpendicular pe direcția de nivelare, a doua și a treia pe diagonale și cea de a patra pe direcția de udare.

Verificarea nivelării se face printr-o udare de probă, sau se face o ridicare nivelitică simplificată fără plantare de țăruși la scara 1:200 și se compară cu ridicarea anterioară. Se cere ca diferența punctelor față de proiect să fie sub ±5 cm.

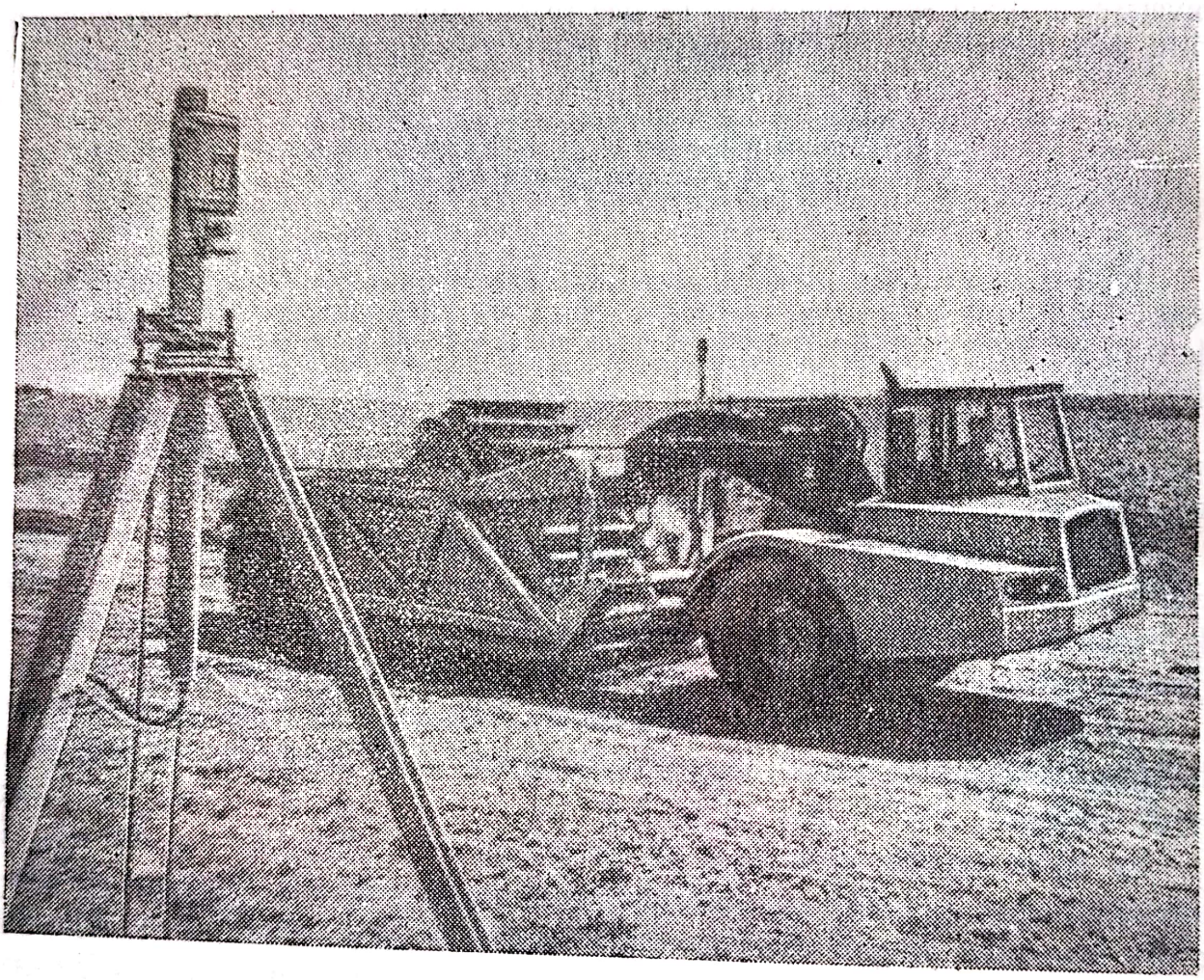
În prezent nivelarea terenului se execută cu multă ușurință utilizînd laserul.

Scanned with OKEN Scanner

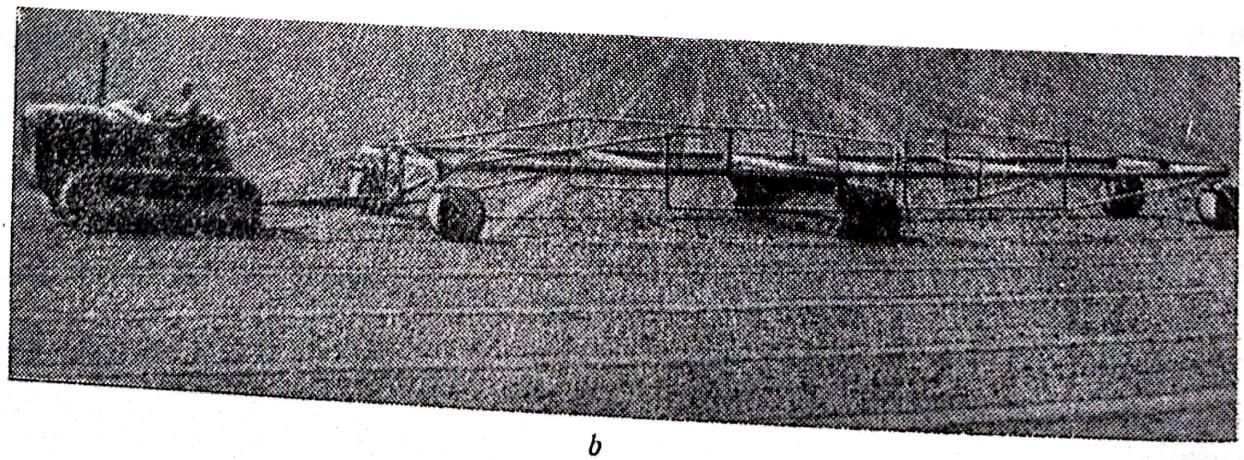
7.4. NIVELAREA ANUALĂ SAU DE EXPLOATARE

Dacă nivelarea capitală nu este întreţinută prin nivelări de exploatare, executate cu mijloacele întreprinderii, circulaţia apei în reţea se face defectuos, iar după cîţiva ani este necesar o renivelare capitală.

Nivelarea anuală are scopul să înlăture micile denivelări ale terenului cauzate: de arătură, de deschiderea brazdelor şi a diguleţelor rămase de la irigarea culturii precedente (fig. 7.2). Pentru acest fel de nivelări simple pe terenuri cu pante peste 0,003 se folosesc ridicări topografice la scara 1/5 000 sau 1/10 000.

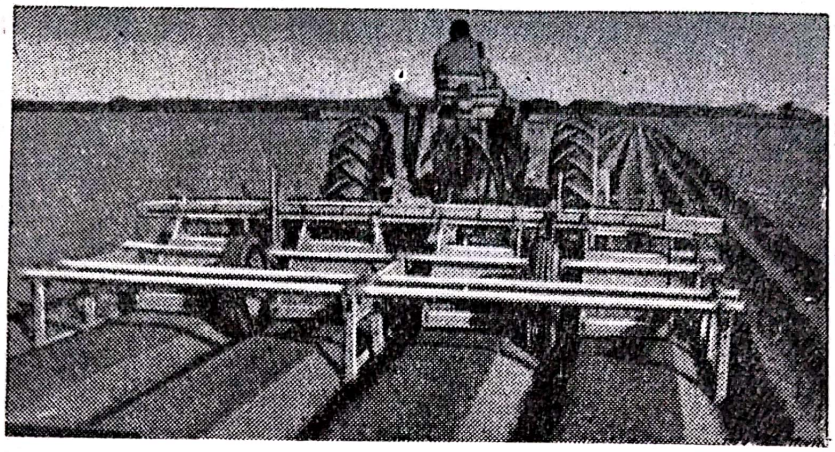


a

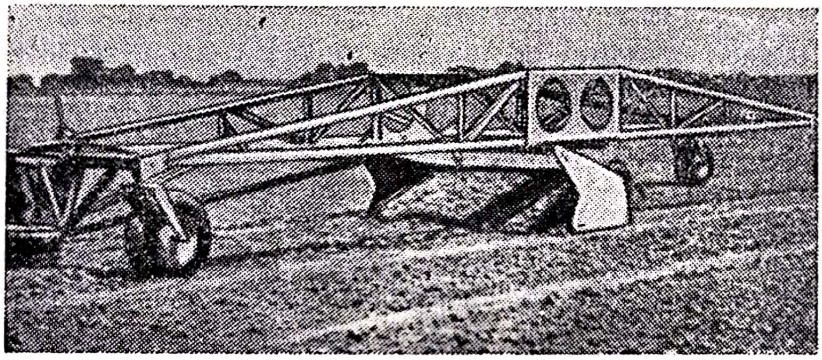


b

Scanned with OKEN Scanner



c



d

Fig. 7.1. Mașini de nivelat :
a — screper dirijat cu laserul ; *b* — nivelator în lucru ; *c* — modelator pentru straturi înălțate ; *d* — nivelator telescopic.

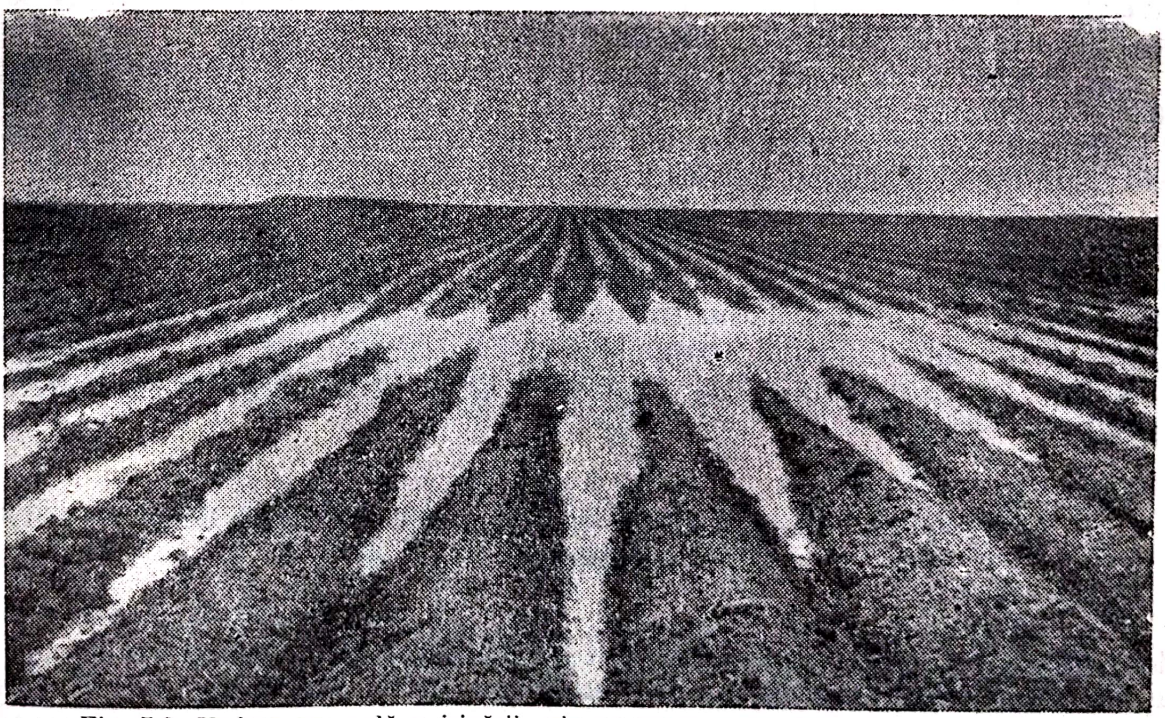


Fig. 7.2. Vedere generală a irigării prin scurgere pe un teren imperfect nivelat.

Scanned with OKEN Scanner

Nivelarea se execută pe terenul în prealabil arat, cu nivelatoare de diferite tipuri.

În funcție de mărimea săpăturii sau umpluturii, pe baza experiențelor făcute în unele țări s-au determinat și numărul trecerilor cu nivelatorul (tabelul 7.1).

TABELUL 7.1

Numărul trecerilor cu nivelatorul în funcție de neuniformitatea terenului

Adîncimea săpăturii sau umpluturii, în m	Numărul trecerilor în funcție de lungimea neuniformităților	
	20 m	30 m
0,1	1—2	2
0,2	2—3	3—4
0,3	3—4	5—6

Parcela supusă operației de nivelare se ară transversal față de direcția de udare. În timp cît se execută nivelarea, cupa nivelatoare se fixează la 5—7 cm deasupra planului de sprijn al roților nivelatorului. După fiecare trecere a nivelatorului se coboară cupa cu 2—3 cm după caracterul microreliefului.

Sînt și nivelatoare al căror cadru este telescopic; în lucru cupa se află la mijlocul distanței între avantren și post tren. În poziție de transport roțile din urmă se aduc hidraulic în spatele cupei. În lucru are 10,1 m iar la transport 7,75 m lungime.

Acest tip de nivelator poate fi folosit și ca un screper pe două roți. Timpul cel mai potrivit pentru nivelarea anuală a terenului este imediat după executarea arăturii superficiale, de 15—18 cm, executată după recoltarea cerealelor păioase în vederea însămînțării culturilor succesive. Adîncimea de nivelare, de 10 cm, se consideră mijlocie, iar cea de 15 cm maximă și se practică numai pe solurile cu stratul arabil suficient de gros.

În timpul cît se execută nivelarea este necesar să se verifice panta generală a terenului și să se confrunte cu datele din proiect. Cînd panta depășește 0,1, reprezintă o pantă mare, pe cînd panta mijlocie este cuprinsă între 0,003—0,01; sub 0,003 panta se consideră mică (fig. 7.3 a, 7.3 b, 7.4 a, 7.4 b).

Cînd terenul se amenajează în vederea udării pe fîșii se verifică atît panta longitudinală (adică în direcția fîșiilor) cît și panta transversală.

Panta longitudinală favorabilă pentru udarea pe fîșii este între 0,010—0,017, iar panta transversală nu trebuie să depășească 0,001. Pentru udarea pe brazde panta longitudinală favorabilă este de 0,005—0,010.

După ce s-a executat nivelarea anuală în condițiile arătate, se trece la operația următoare.

7.5. TRASAREA ȘI EXECUTAREA REȚELEI PROVIZORII DE UDARE

În concepția modernă sistemele de irigație se amenajează prin utilizarea de echipament special care înlătură total canalele provizorii și rigolele de udare. Transportul apei de la rețeaua permanentă la plante se asigură prin conducte transportabile.

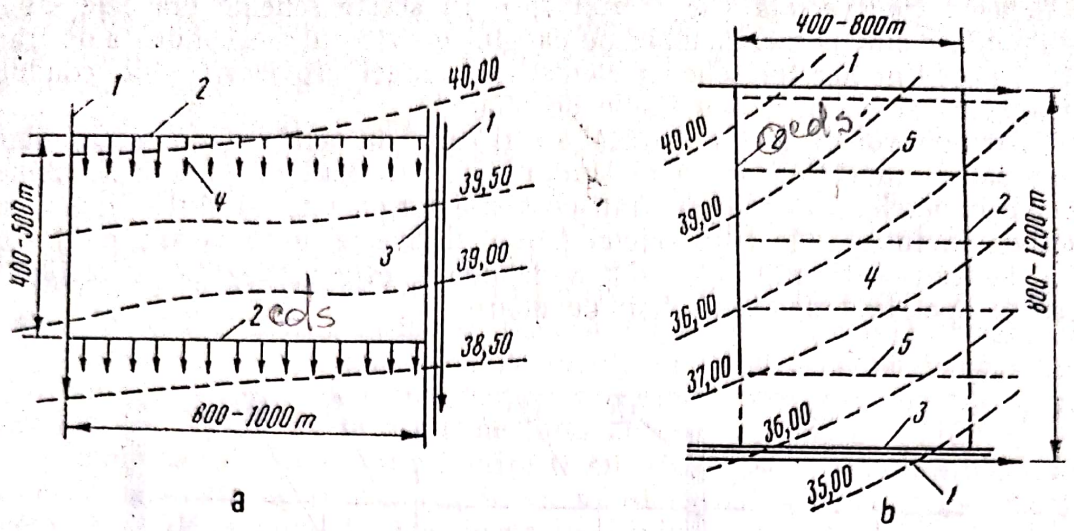


Fig. 7.3. Amplasarea sectorului de irigaţie:
a — pe terenuri cu pantă optimă (2—5‰);
1 — canal distribuitor; *2* — canal distribuitor de sector; *3* — drum de exploatare; *4* — brazdă de udare.
b — pe terenuri cu pantă, sub 2‰;
1 — canalul de distribuţie de ordinul II—III; *2* — canal distribuitor de sector; *3* — drum de solă; *4* — sector de irigaţie; *5* — canal provizoriu de irigaţie sau conductă transportabilă.

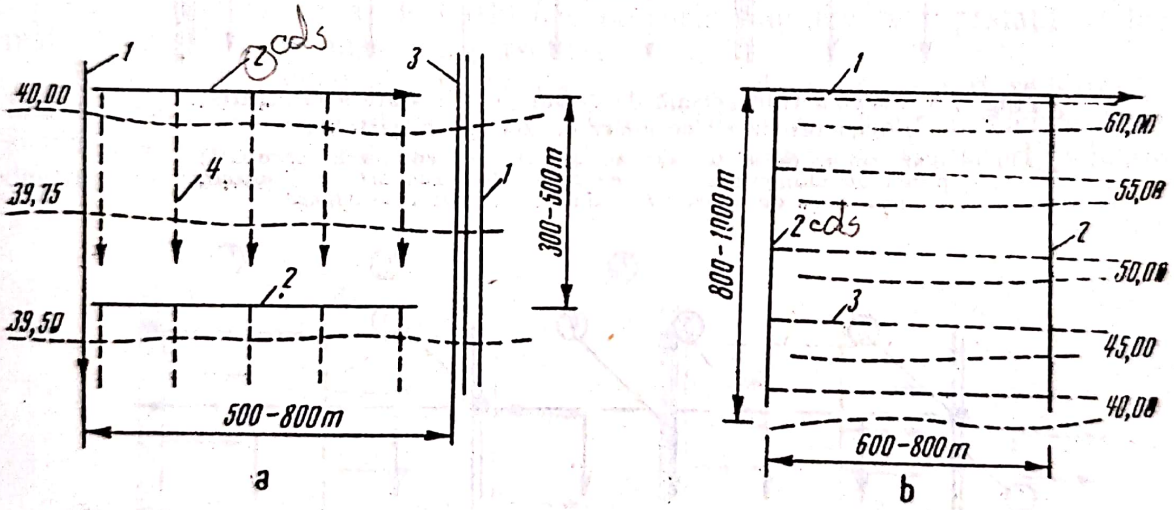


Fig. 7.4. Amenajarea sectorului de irigaţie:
a — pe terenuri cu pantă mică (0,7—1‰);
1 — canal distribuitor; *2* — canal distribuitor de sector; *3* — drum de solă; *4* — canal provizoriu sau conductă transportabilă.
b — pe terenuri cu pantă mare (1,5—3‰);
1 — canal distribuitor; *2* — canal distribuitor de sector; *3* — canal provizoriu sau conductă transportabilă.

În sistemele ce se amenajează la noi se folosesc conducte transportabile flexibile de relon cauciucat, cauciuc-butyl sau conducte din aluminiu.

Dependent de panta terenului şi de echipamentul actual, elementele reţelei provizorii sînt: conducte de transport; conducte de udare; brazde şi fîşii de udare.

În funcţie de panta terenului la irigarea prin scurgere la suprafaţă se utilizează două scheme de dispunere şi trasare a elementelor reţelei provizorii de udare.

Scanned with OKEN Scanner

Schema transversală (fig. 7.5 și 7.6). În aceste scheme brazdele sau fîșiile de udare sînt perpendiculare pe canalul provizoriu sau conducta de transport. În cadrul acestei scheme elementele rețelei provizorii sînt conducta de transport și brazdele sau fîșiile de udare.

Distribuitorul de sector (care poate fi canal în rambleu sau semirambleu, jgheab sau conductă de joasă presiune) este prevăzut cu puncte de alimentare a conductelor flexibile de transport sub forma unor diferite tipuri constructive, în funcție de felul rețelei (sifon, derivație, gură de apă etc.). Conducta de transport fiind și conductă de udare, este prevăzută cu orificii de trecere a apei în brazde sau fîșii de udare.

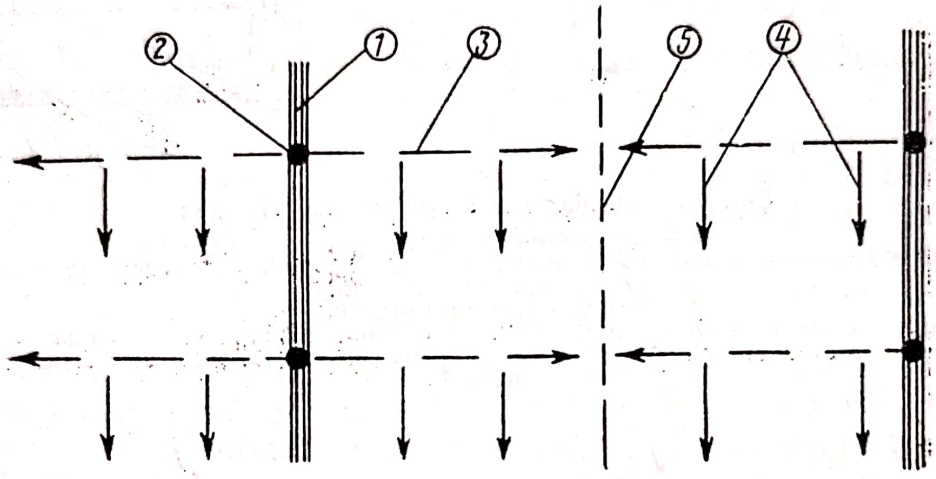


Fig. 7.5. Schema transversală de dispunere și trasare a elementelor rețelei provizorii de udare cu acțiune bilaterală:
1 — distribuitor de sector (canal, jgheab, sau conductă îngropată); *2* — punct de alimentare; *3* — conductă de transport; *4* — direcția brazdelor de udare; *5* — limita sectorului de irigare.

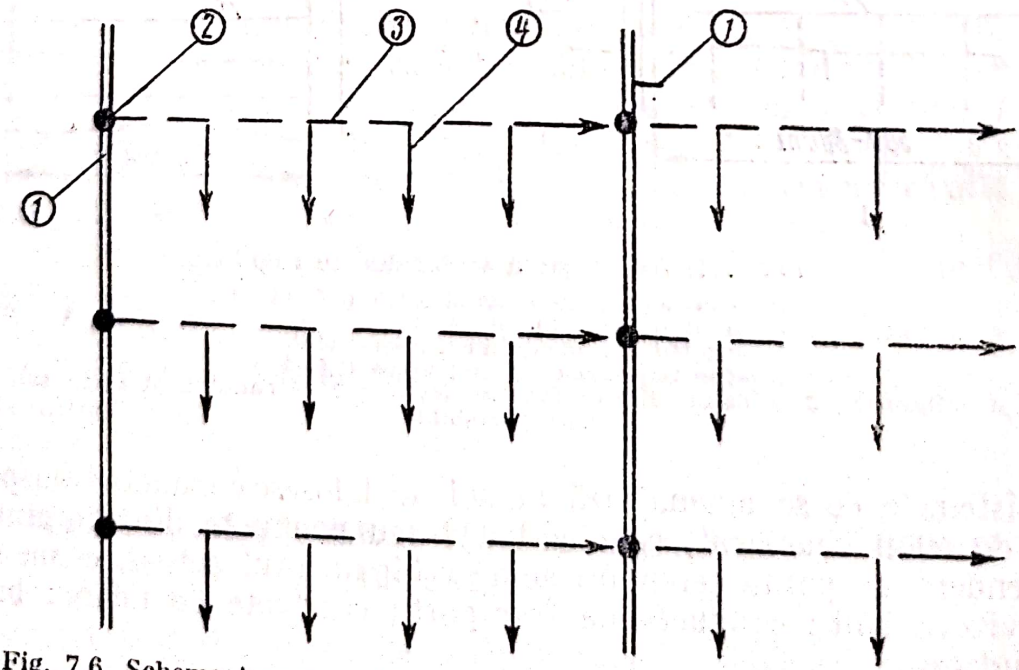


Fig. 7.6. Schema transversală de dispunere și trasare a elementelor rețelei provizorii de udare cu acțiune unilaterală:
1 — distribuitor de sector; *2* — punct de alimentare; *3* — conductă transportabilă de udare; *4* — direcția brazdelor de udare.

Scanned with OKEN Scanner

Schema longitudinală. În fig. 7.7, direcția brazdelor sau fîșiilor de udare este paralelă cu canalul provizoriu (conducta de transport). Pentru alimentarea brazdelor este necesar să se introducă un element nou față de schema transversală, numit conductă de udare.

La această schemă elementele rețelei provizorii sînt conducta de transport, conducta de udare și brazdele, sau fîșiile de udare.

În funcție de condițiile specifice, pe sectoare de udare, echipamentul mobil se grupează în seturi de udare. Fiecare set de udare are repartizat o suprafață pe care o va uda periodic la un interval de 8—12 zile.

Pentru a se asigura o bună funcționare a rețelei provizorii și pentru a nu avea loc eroziune în brazda sau fîșia de udare se recomandă următoarele:

— cînd panta este mai mică de 0,001, în cazul schemei longitudinale, se introduce conducta de udare pentru a permite conductei de transport și brazdelor sau fîșiilor să se așeze pe linia de cea mai mare pantă.

— cînd panta este cuprinsă între 0,001—0,015 și este uniformă, nu este nevoie de conducte de transport; se va folosi numai schema transversală cu trecerea apei de la gura de apă direct în conducta de udare.

— cînd panta terenului variază de la 0,015—0,030 conductele de transport trebuie să facă cu curba de nivel unghiuri mai mici de 30° pentru a nu depăși pe traseul lor panta de 0,007. Pentru acest motiv la pantă mai mare de 0,015 brazdele sau fîșiile de udare se dispun paralel cu conducta de transport și schema longitudinală este singura posibilitate de amplasare.

La pantă mai mare de 0,040 irigarea prin scurgere la suprafață devine mai dificilă și se recomandă aspersiunea.

Prin urmare schema transversală fără conducta de transport se poate folosi în general la pante cuprinse între 0,001—0,015. La pante mai mici de 0,001 și mai mari de 0,015 schema longitudinală cu conducta de transport și udare devine obligatorie.

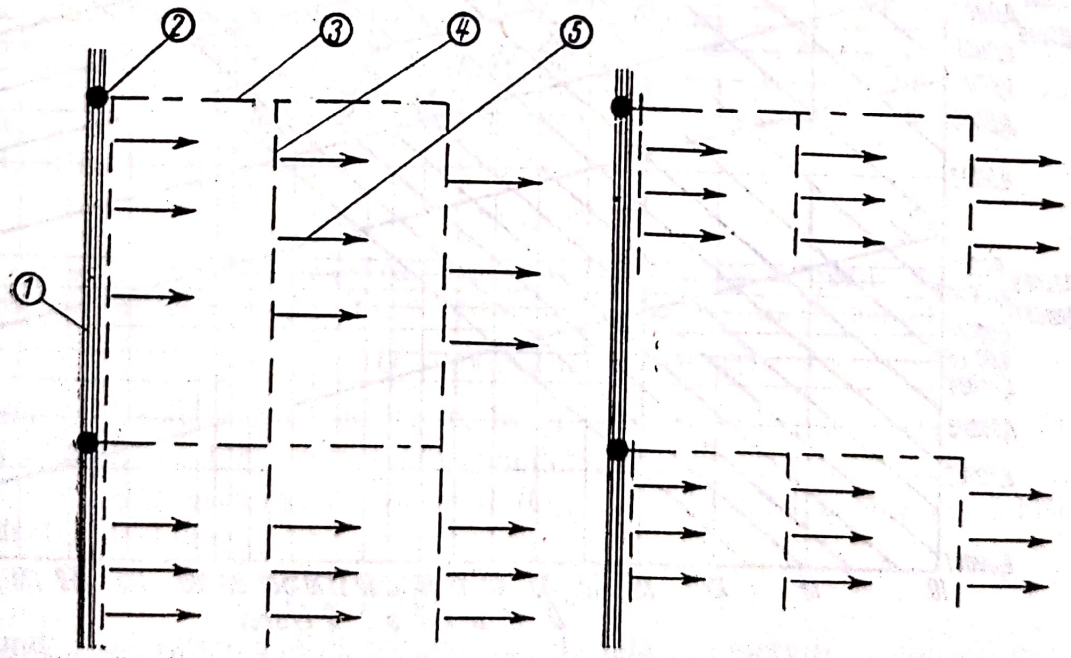


Fig. 7.7. Schema longitudinală de dispunere și trasare a elementelor rețelei provizorii de udare:
1 — canal distribuitor de sector; *2* — punct de alimentare; *3* — conductă de transport; *4* — conductă de udare; *5* — direcția brazdelor.

Scanned with OKEN Scanner

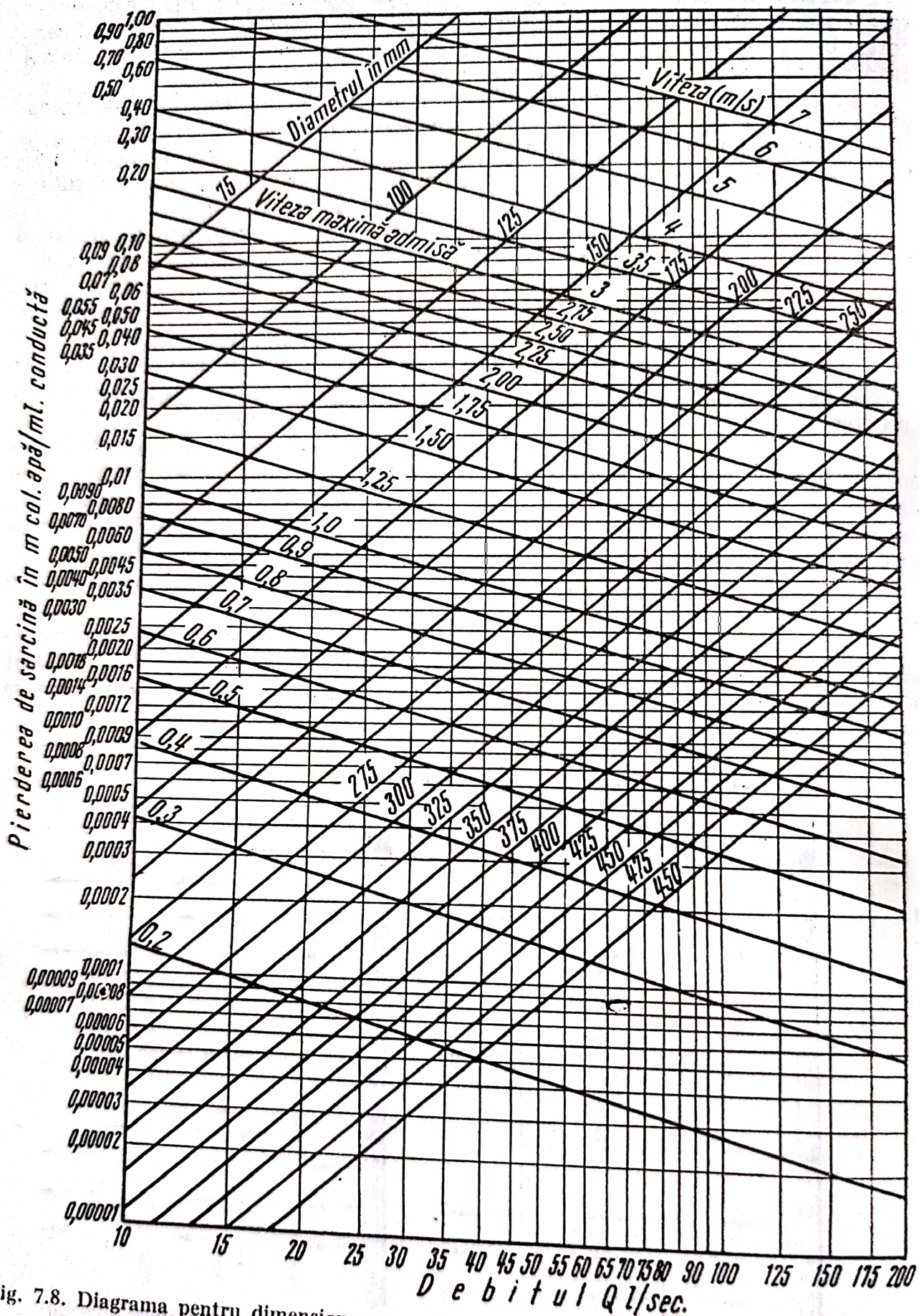


Fig. 7.8. Diagrama pentru dimensionarea conductelor din polietilenă și T.R. (asimilat pentru cauciuc butyl).

Scanned with OKEN Scanner

7.6. DIMENSIONAREA SETULUI MOBIL DE UDARE

În exploatarea curentă schema de funcționare a echipamentului mobil prevede ca pe un set de udare să funcționeze o singură conductă de transport la debitul maxim calculat și după caz 1—2 conducte de udare. Timpul de funcționare efectiv al echipamentului de udare la irigarea prin scurgere la suprafață este 20 ore/zi.

În cazul că apa este adusă printr-o conductă metalică la suprafață, intrarea apei în brazdele de udare se face cu ajutorul deschizătorilor de debit, sau fantelor, iar în cazul canalelor deschise impermeabilizate, apa este trecută în brazde cu ajutorul sifoanelor.

Suprafața de teren alimentată cu apă de o conductă de transport poartă numele de parcelă de irigație.

Fiecare parcelă de irigație se mărginește lateral cu cîte o conductă de transport, iar frontal cu cîte un canal distribuitor de sector; unul alimentează sectorul din care face parte parcela iar celălalt alimentează sectorul următor.

Suprafața unei parcele de irigație este de 2—20 ha, de obicei 5 ha.

Debitul maxim al conductei de udare (Q_u) se calculează cu relația:

$$Q_u = nQ_{bi} \quad (l/s) \tag{7.1}$$

în care: n este numărul de brazde sau fîșii irigate simultan;
Q_{bi} — debitul inițial sau maxim neeroziv al unei brazde sau fîșii, în l/s.

Diametrul conductei de udare se stabilește în funcție de debitul inițial de udare (Q_u) și de panta traseului de instalare a acesteia, utilizînd diagrama din figura 7.8 avînd în vedere că viteza maximă admisă în conductă să nu depășească 2 m/s.

Diametrul orificiilor (fantelor) pentru distribuția apei în brazde sau fîșii se determină în raport de presiunea medie disponibilă (H) în dreptul lor și de debitul necesar alimentării brazdei utilizînd diagrama din (fig. 7.9).

Presiunea medie disponibilă (H) în dreptul fantei sau orificiului se calculează în funcție de presiunea piezometrică (P_m), în m H_2O și cotele terenului (ct) în aval de punct:

$$H = P_m - ct \quad (m) \tag{7.2}$$

Se poate utiliza pentru corelarea debitului de la gurile de udare cu diametrul fantelor și presiunea hidrostatică din conductă următoarea formulă:

$$Q = 0{,}00022 \cdot d^2 \cdot h, \quad (m^3/h) \tag{7.3}$$

unde: Q este debitul de ieșire, în m³/oră; d — diametrul fantei, în mm; h — presiunea hidrostatică din conductă, în mm.

Debitul conductei de transport (Q_{tr}) se determină analog cu debitul conductei de udare:

$$Q_{tr} = n_{cu} \cdot Q_u, \quad (l/s) \tag{7.4}$$

unde: n_{cu} este numărul conductelor de udare, deservite simultan, l/s;
Q_u — debitul inițial al conductei de udare;

Sînt și conducte de udare cu fante reglabile care pot fi telecomandate.

Scanned with OKEN Scanner

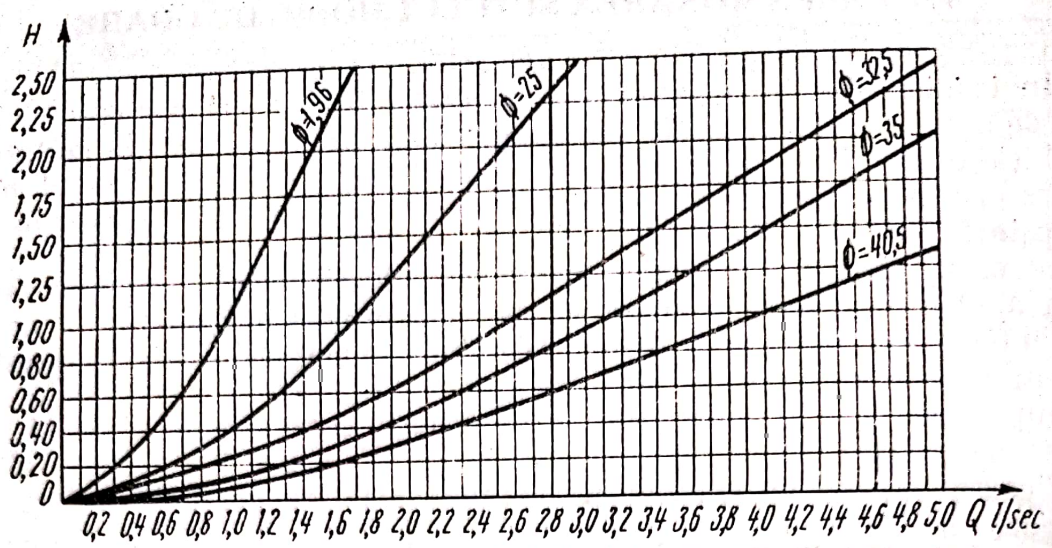


Fig. 7.9. Tararea orificiilor cu racorduri flexibile din PE ∅ 1,96—40,5 mm.

Tipul de conductă din polietilenă cu lățimea plată de 240, 320, 400 și 480 mm, adică cu diametrele complet expandate de: 160, 210, 250 și 300 mm sînt predominante în unele exploatări (G. I. Wilson, 1972).

Atît conductele de udare cît și cele de transport sînt formate din tronsoane de cîte 30—50 m cuplate între ele după necesități.

Lungimea maximă (Lu) a conductei de udare se calculează în regim hidrodinamic și nu trebuie să depășească presiunea maximă admisă:

$$Lu = \frac{H_{max} - Hi\,\frac{Qu^2 \cdot a}{2gA^2}}{I - \frac{Qu^2}{3K^2}}, \quad (m) \qquad (7.5)$$

unde: H_{max} este presiunea maximă admisă în conductă (mH_2O); Hi — presiunea disponibilă în capătul amonte (mH_2O); I — panta terenului; Qu — debitul inițial al conductei de udare, înainte de primul orificiu (l/s); a — coeficientul de neuniformitate a distribuției vitezelor în secțiune (se poate lua a = =1,1); A — secțiunea conductei de udare (m^2); K — modulul de debit ($K = CA\sqrt{R}$).

Se recomandă ca presiunea la fanta de udare să nu fie mai mare de 1—2 m H_2O.

Numărul de instalații de conducte flexibile (N) se determină cu formula:

$$N = \frac{m \cdot S}{\eta C Q T}, \qquad (7.6)$$

în care: m este norma de udare, m^3/ha; S — suprafața maximă ce se udă simultan în sistem, m^2; Q — debitul conductei, l/s; T — timpul de udare, în s; η — randamentul udărilor (0,9); C — coeficientul de folosire a timpului, la instalațiile cu conducte (0,8...0,9).

Scanned with OKEN Scanner

7.7. BRAZDELE DE UDARE

Brazda de udare este ultima componentă a reţelei provizorii de udare şi trebuie să asigure umectare a solului cît mai uniform pe toată lungimea şi la adîncimea cerută de cultură.

Adîncimea de umectarea stratului de sol se determină fie experimental, în funcţie de creştere a rădăcinilor, fie prin calculul indirect din relaţia normei de udare.

$$H = \frac{m}{100 \cdot \rho a \cdot U_m}, \quad \text{(m)} \qquad (7.7)$$

unde: m — norma de udare, m³/ha;

ρa — densitatea aparentă, t/m³;

U_m — diferenţa de umiditate, în % din masa solului, înainte şi după udare.

Brazdele sînt de două feluri: brazde închise (înfundate) în aval şi brazde deschise în aval.

Brazdele înfundate se amenajează pe terenurile cu pantă neuniformă. La amenajarea cu brazde deschise, în zone cu ploi torenţiale, se prevede un sistem de evacuare. Udare uniformă se obţine numai la brazdele închise şi unde de regulă are loc un remuu.

7.8. INFILTRAREA APEI ÎN BRAZDĂ

Apa fie că este transportată prin canale deschise, sau prin conducte, este deversată în brazdă sau fîşie, după care are loc contactul cu solul: umezirea, scurgerea, infiltrarea şi înmagazinarea. În funcţie de pantă, şuvoiul de apă se va scurge cu viteză mai mică sau mai mare. Scurgerea la viteza de 0,1—0,2 m/s se consideră bună. Pe solul afînat viteza este frînată şi înaintarea şuvoiului se face mai greu. Textura solului condiţionează viteza de infiltrare şi ca urmare mărimea debitului ce intră în brazdă.

Viteza finală de infiltrare (v_f), mm/h, pe teren brăzdat, în regim dinamic, se determină cu relaţia:

$$v_f = \frac{\Delta Q}{d \cdot L} \cdot 3\,600 \ \text{(mm/h)} \qquad (7.8)$$

în care:

ΔQ este diferenţa între debitul Q_1 de intrare în brazdă şi Q_2 de ieşire din brazdă, l/s;

d — distanţa între brazde în m; L — lungimea brazdei în m (obişnuit 50 m).

Variaţia vitezei de infiltraţie pe diferite soluri se datorează în special: texturii, conţinutului de material organic în sol şi adîncimii stratului de sol.

Pe solurile cu structură stabilă, viteza de infiltraţie este mai mare.

Valorile vitezei finale de infiltraţie (v_f, mm/h) în regim dinamic sînt inferioare celor în regim static cu de 5—10 ori. La irigarea prin scurgere viteza de infiltraţie trebuie determinată întotdeauna în regim dinamic.

Scanned with OKEN Scanner

Debitul de alimentare al brazdelor trebuie calculat sau determinat experimental în raport cu panta brazdelor încît să nu producă eroziune, iar viteza de infiltrare a apei să realizeze o umezire uniformă a solului pe toată lungimea brazdei. Avînd în vedere aceste cerințe cu privire la debitul de alimentare distingem:

— debitul de capacitate maxim al brazdei (Qc) este debitul pe care îl poate transporta o brazdă și se determină din relația:

$$Qc = 51 \cdot S, \qquad (l/s) \qquad (7.9)$$

în care: S este secțiunea brazdei în m².

— debitul maxim neeroziv sau de umezire ($Q_{max \cdot nez.}$) este debitul ce poate fi avansat în brazdă fără ca să se observe eroziune pronunțată. Se determină experimental, sau se calculează din relația:

$$Q_{max \cdot nez.} = \frac{10}{S} \text{ (galoane/minut*)}$$

În sistemul metric formula devine:

$$Q_{max \cdot nez.} = \frac{0{,}63}{I} \text{ (l/s)} \qquad (7.10)$$

în care:

$Q_{max \cdot nez.}$ este debit maxim neeroziv, în l/s; I — panta în procente;

— debitul de regim sau de bază (Q_r) este debitul care va funcționa în brazda de udare pînă va satisface stratul de sol luat în considerare cu apa pînă la capacitatea de cîmp (C). Între debitul maxim neeroziv și debitul de regim este o dependență dată de relația:

$$Q_r = \frac{Q_{max \cdot nez.}}{2} \qquad (l/s) \qquad (7.11)$$

Alimentarea brazdei succesiv cu două mărimi de debit ($Q_{max \cdot nez.}$) în timpul 1 și (Q_r) în timpul 2 asigură o udare uniformă, iar spălarea solului este pe cît posibil înlăturată.

7.9. PRINCIPALELE ELEMENTE TEHNICE ALE BRAZDEI DE UDARE

Elementele tehnice ale brazdei de udare sînt: forma și dimensiunile secțiunii transversale; distanța între brazde; panta brazdelor; lungimea brazdelor.

Forma și dimensiunile secțiunii transversale a brazdelor. Se stabilesc în raport cu infiltrația apei în sol, panta brazdelor și felul culturii. Pe solurile nisipoase, zona de umezire aferentă brazdei are forma oval alungită, în timp ce pe solurile grele, cu infiltrație laterală, are forma oval lățită în lături. Din această cauză brazdele pe terenurile ușoare vor fi largi și puțin adînci (des-

* 1 galon = 3,78 l.

Scanned with OKEN Scanner

chiderea la gură 40—50 cm iar adîncimea de 12—16 cm), pe solurile grele brazdele vor fi înguste și adînci (deschiderea la gură 25—35 cm, adîncimea 20—25 cm).

După adîncimea și deschiderea brazdelor la gură se deosebesc următoarele tipuri de brazde:

	adîncimea (cm)	deschiderea (cm)
brazde mici și înguste	10—15	25—30
brazde mici și late	10—15	40—45
brazde adînci și înguste	18—20	35—40
brazde adînci și late	19—20	40—50

Distanța între brazde. Se alege în concordanță cu distanța cea mai potrivită între rîndurile de plante dar ținînd seama și de infiltrația laterală în solul respectiv, încît conturul zonei de umezire în secțiunea a două brazde învecinate să fie tangent.

În general însă pe solurile grele distanța între brazde poate fi de 80—90 cm și chiar 100 cm, iar pe solurile ușoare 60—70 cm. La udările de aprovizionare distanța între brazde poate fi și de 100—140 cm.

Panta brazdelor. Depinde de pantele locale ale sectorului de irigație și variază obișnuit între 0,002—0,008. Panta favorabilă se consideră cea cu valori de 0,005—0,015. La panta sub 0,002 înaintarea șuvoiului de apă se face greu, bulgării și resturile vegetale împiedică scurgerea, în timp ce la pante de peste 0,020 începe să apară fenomenul de eroziune.

Pentru evitarea eroziunii solurilor în cazul terenurilor cu pante mai mari de 0,020 este necesar ca brazdele să fie trasate oblic față de linia de cea mai mare pantă sau să se folosească brazde lungi care micșorează eroziunea solului.

Lungimea brazdelor de udare Se stabilește în funcție de viteza de infiltrație, de panta și uniformitatea texturii solului. Lungimea se determină astfel încît să asigure o udare uniformă și o productivitate a muncii cît mai ridicată iar pierderile de teren cultivabil, ocupat de rețeaua de canale de alimentare, să fie cît mai mici.

În tehnica de irigare prin scurgere distingem următoarele caracteristici ale lungimii brazdelor:

— lungimea maximă ($L_{max.}$) reprezintă spațiul parcurs de apă în cazul unei alimentări a brazdei deschise timp îndelungat unde înaintarea șuvoiului de apă va fi practic nulă;

— lungimea necesară (L_n) definește spațiul străbătut de apă prin brazdă pînă la administrarea normei de udare calculată;

— lungimea optimă (L_o); spațiul parcurs de apă pe traseul brazdei unde udarea este uniform satisfăcătoare. În exploatarea sistemelor interesează în mod deosebit lungimea optimă (L_o) unde surplusul de apă introdus în sol în amonte și deficitul în zona aval să nu depășească $\pm 10\%$ din norma de udare necesară.

Amenajarea pe brazde scurte reclamă o nivelare mai redusă, adaptîndu-se mai ușor la configurația terenului. Are însă dezavantajul că folosește o rețea deasă de canale de alimentare și rigole, care scot din producție o suprafață însemnată, frînează mecanizarea și drept urmare implică o productivitate scăzută. Prin utilizarea conductelor de udare și a brazdelor lungi aceste dezavantaje se anulează. Timpul de udare în brazdele lungi este mare, din

Scanned with OKEN Scanner

acest motiv se recomandă ca și distanța între rînduri să fie de 0,85—1,0 m. În unele țări brazdele lungi au o adîncime de 20—30 cm și lungimea de 700—800 m la o pantă de 0,0025.

Lungimea brazdei (L) se determină cu relația:

$$L = n \cdot d^2 \cdot I^{0,5} v_f^{-1} \qquad \text{(m)} \qquad (7.12)$$

în care:

L este lungimea brazdei (m); n — coeficient avînd valoarea de 5 pentru teren necultivat sau pajiște cosită și 2 pentru pajiște necosită; I — panta longitudinală a brazdei; d — grosimea stratului de apă corespunzătoare unei udări (m); v_f — viteza finală de infiltrație, în (m/s).

În practică se poate folosi la stabilirea lungimii brazdei și relația empirică:

$$L = \frac{1\,134}{I \cdot d \cdot v_f}, \qquad \text{(m)} \qquad (7.13)$$

în care: d este distanța între brazde, în m; v_f — viteza finală de infiltrație, în mm/h; I — panta brazdei în procente.

Introducerea brazdelor lungi în tehnica de irigație constituie o condiție principală pentru ridicarea productivității muncii și a coeficientului de folosire utilă a terenului. Extinderea lor este posibilă numai pe terenurile niveate sau pe sectoare cu relief corespunzător și cu pante unilaterale.

7.10. DURATA UDĂRII PE BRAZDE

Timpul de udare al brazdelor este format din două perioade: prima reprezintă timpul (t_1) în care apa introdusă în brazdă ajunge la capătul din aval și a doua perioadă reprezintă timpul (t_2) în care stratul de sol luat în considerare este saturat cu apă la capacitatea de cîmp.

Durata totală a udării pe brazde (T) se poate determina din relația:

$$T = t_1 + t_2 \qquad \text{(ore)} \qquad (7.14)$$

în care: T este durata totală a udării pe brazde; t_1 — timpul de umezire a întregii brazde cu debitul maxim neeroziv sau debitul inițial; t_2 — timpul de saturare cu apă pe stratul de sol luat în considerare, brazda fiind alimentată cu (Qr) debitul de regim. Pentru o umezire uniformă a întregii brazde, t_1 trebuie să fie cuprins între 1/4 pînă la 1/6 din T.

Dacă t_1 reprezintă 1/4 pînă la 1/6 din (T) atunci t_2=3/4 pînă la 5/6 din (T). Această metodă de udare în care t_1 (timpul de umezire) este egal cu 1/4 din (T) se cunoaște sub numele de *metoda sfertului* sau *a pătrimii*.

La udarea prin brazde o parte din apa de irigație se infiltrează la adîncime mai mare decît cea a stratului activ luat în considerație. Cînd se udă, după metoda sfertului această pierdere poate fi calculată cu ajutorul următorului raționament:

Dacă coloana de apă ce se va infiltra pe lungimea brazdei (L) în timpul (t_1) o notăm cu X, presupunînd că stratul din zona rădăcinilor va reține o coloană de apă de 3 ori X, în ipoteza că infiltrația nu variază cu timpul, și su-

voiul de apă ajunge în avalul brazdei în 1/4 din T, atunci apa ce se va pierde prin infiltrație mai jos decît zona rădăcinilor poate fi calculată după figura 7.10, în care x este coloana de apă infiltrată în brazdă pe lungimea (L) în timpul (t_1); $3x$ — coloana de apă ce se va reține în zona rădăcinilor pe lungimea (L) în timpul t_2; L — lungimea brazdei.

Însumînd unitățile de lungime a cîmpului udat, totalul de apă aplicat (V),

$$V = \frac{(3x+4x)}{2} \cdot L = \frac{7}{2} \cdot Lx$$

Adîncimea de infiltrație sau excesul de apă distribuit, $Z = \frac{x}{2} \cdot L$.

Din apa distribuită se va pierde prin infiltrație sub zona rădăcinilor un procent dat de raportul

$$\frac{\text{Exces de apă } (Z)}{\text{Total de apă aplicat } (V)} \cdot 100 \qquad (7.15)$$

adică:

$$100 \frac{\frac{x \cdot L}{2}}{\frac{7}{2} x \cdot L} = 100 \frac{x \cdot L}{2} \cdot \frac{2}{7x \cdot L} = 100 \frac{2x \cdot L}{14x \cdot L} = 100 \frac{1}{7} \approx 14{,}26$$

Deci pierderea de apă în procente cînd se aplică metoda sfertului, este de 14,26%.

La metoda sfertului s-a arătat că deosebim un timp (t_1) în care debitul maxim neerodiv satisface cu apă lungimea brazdei calculate. Pentru determinarea timpului (t_1) se fac măsurători directe.

Pentru stabilirea duratei de udate (T) se poate pleca și de la determinarea lui (t_2) în felul următor: considerînd că: $Qr = Q_{max \cdot nez} \cdot 0{,}5$, atunci:

$$t_2 = \frac{m \cdot d \cdot L}{600 \cdot Q_r} - 2t_1 \quad \text{(minute)} \qquad (7.16)$$

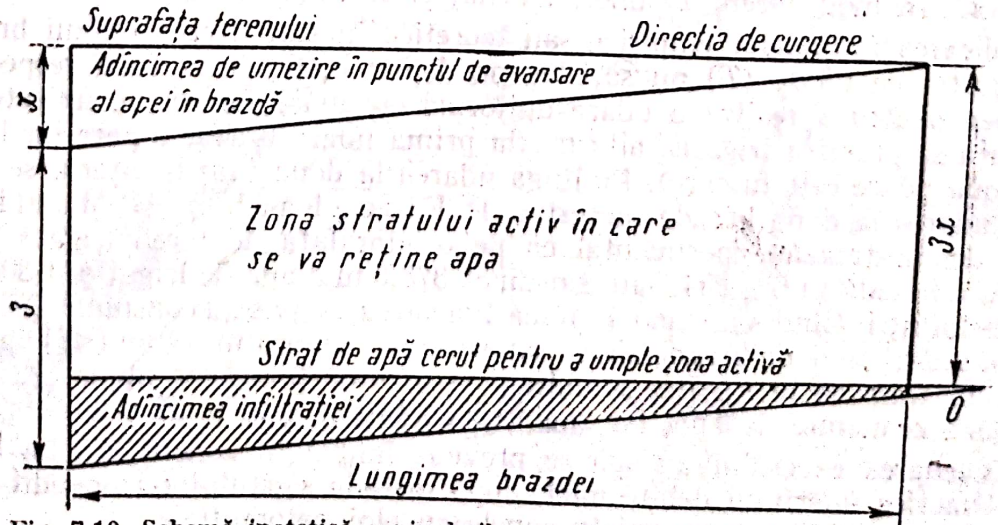


Fig. 7.10. Schemă ipotetică a pierderilor de apă în timpul udării pe brazde.

Durata de udare (T) a unei brazde alimentată cu două mărimi de debit succesiv, se determină cu relația :

$$T = \frac{m \cdot L \cdot d}{600 \cdot Q_r} - \left(\frac{Q_i}{Q_r} - 1\right) t_1 \text{ (minute)} \qquad (7.17)$$

Dacă se irigă cu un debit constant pentru determinarea duratei de udare (T) se folosește formula :

$$T = \frac{m \cdot L \cdot d}{600 \cdot Q} \qquad \text{(minute)} \qquad (7.18)$$

unde : L este lungimea brazdei (m) ; d — distanța între brazde (m) ; m — norma de udare (m³/ha) ; Q — debitul avansat în brazdă (l/s) ; Q_r debit de regim (l/s), Q_i — debitul inițial (l/s). ; t_1 — timpul de udare cu Q_i, minute.

7.11. DESCHIDEREA BRAZDELOR

Operația se execută cu ajutorul cultivatorului suspendat prevăzut cu piese active corespunzătoare. Forma brazdei se realizează treptat prin lucrările de întreținere încît la prima udare brazdele sînt deja deschise. Brazdele se închid odată cu lucrările de afînare aplicate solului pentru cultura următoare.

Pentru a se obține o udare cît mai uniformă în cazul irigării pe brazde, în mod obișnuit se recomandă să se facă brazde închise (înfundate). Pe terenul cu microrelieful frămîntat, această măsură asigură umezirea normală a solului pe toată lungimea brazdei.

Udarea pe brazde înfundate necesită însă cheltuieli suplimentare de muncă pentru executarea lor.

În practica unor țări, deschiderea brazdelor se face treptat prin lucrări de prășit. Cultivatorul folosit are posibilitatea așezării diferențiate a pieselor active (lamă, disc, cuțit, brici) încît să execute, în 2—3 praşile deschiderea brazdelor. În mod curent în unele amenajări se irigă pe brazde deschise.

Aplicarea formulelor empirice sau teoretice în stabilirea lungimii brazdei (L), duratei de udare (T) nu satisfac pe deplin cerințele culturii respective. De aceea pentru a realiza o udare uniformă cu apa necesară pe unitatea de suprafață se practică irigarea alternă (la prima udare brazdele pare iar la cea de a doua udare cele impare). Pe lîngă udarea la două brazde altern, se practică și udarea la două brazde succesive. P. Fischbach și B. Mullinar (1973) demonstrează experimental că pe o suprafață de teren irigată clasic pe fiecare brazdă în 6 udări s-au consumat 378,5 mm apă de irigație și 300 mm din precipitații. Cînd s-a irigat la două brazde succesiv s-au consumat 272 mm. Metoda udării pe două brazde altern sau succesiv asigură în sol un (rH) aproape de 30, în timp ce la irigarea simultană a tuturor brazdelor numai 22...24, realizează economie de apă, iar spălarea azotaților este mult redusă.

Evacuarea excesului de apă se prevede numai în zonele cu ploi torențiale. Practica udării cu debite mici, după metoda sfertului s-a dovedit eficace și fără prevederea evacuării în zonele cu ploi netorențiale.

Scanned with OKEN Scanner

7.12. FÎŞIILE DE UDARE

La udarea pe fîşii apa se repartizează pe suprafaţa terenului sub forma unui strat subţire de 2—3 cm care circulă în lungul fîşiei cu o viteză redusă de 0,1—0,2 m/s, în care timp are loc infiltrarea pe verticală în sol. Deşi este inferioară udării pe brazdă întrucît are un consum mai mare de apă — datorită evaporării – şi o mai puternică influenţă negativă asupra solului, totuşi în unele zone în cazul culturilor semănate des şi în special al fîneţelor şi păşunilor se recurge la udarea pe fîşii.

Irigarea prin această metodă cere ca terenul să se compartimenteze în fîşii paralele pe direcţia de cea mai mare pantă a terenului. Digueţele despărţitoare au o înălţime de 15—20 cm cu lăţimea la bază de 40—60 cm avînd forma unei coame plate. Digueţele se execută înainte sau odată cu semănatul culturii (fig. 7.11).

Lungimea fîşiilor variază între 75 şi 400 m. Fîşiile prea scurte micşorează randamentul maşinilor şi productivitatea muncii. Din cercetările Staţiunii Brăila s-a văzut că udarea pe fîşii nu se poate face la norme de udare mai mici de 800 m³/ha. Se poate uda de la panta de 0,002 pînă la 0,020. Panta transversală nu poate fi mai mare de 0,001. La denivelările mari (±3) faţă de linia pantei, după primele udări apa îşi croieşte drum prin săparea unor şănţuleţe pe mijloc sau pe marginea fîşiei, şi eroziunea se accentuează. Cu

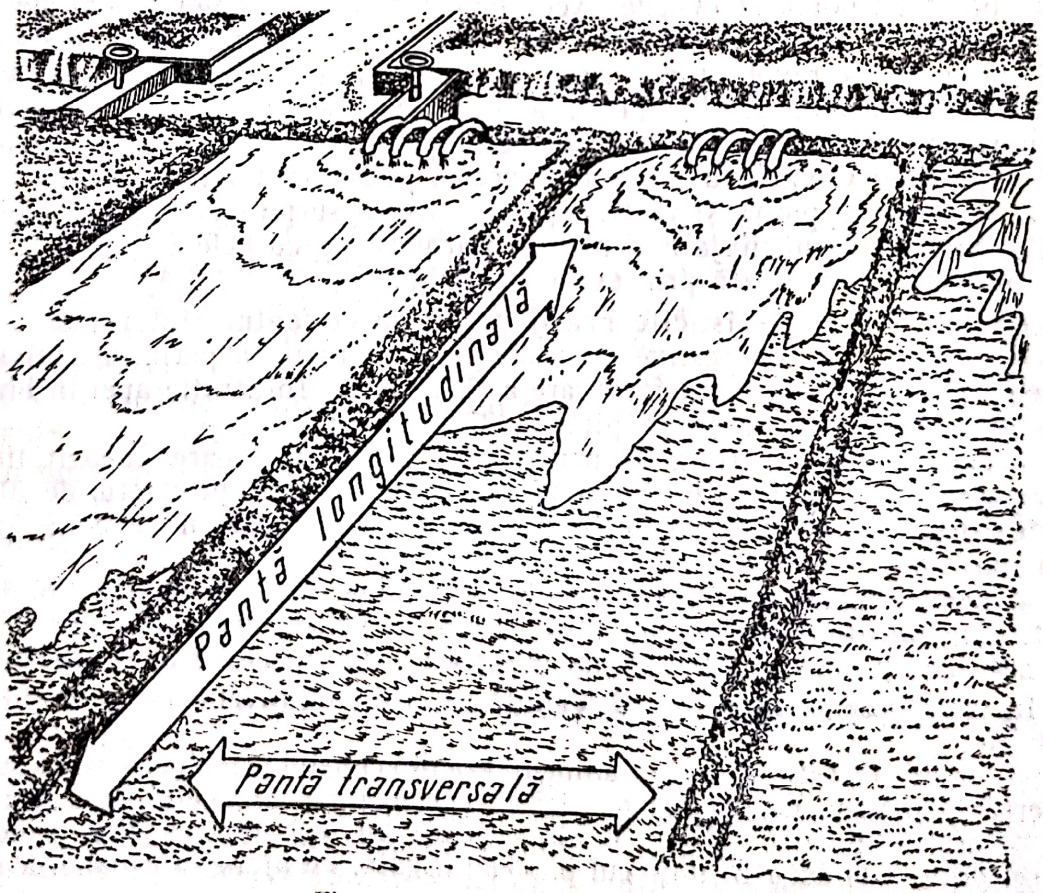


Fig. 7.11. Udarea pe fîşii.

Scanned with OKEN Scanner

cît nivelarea este mai bine executată cu atît apa se infiltrează mai uniform. Denivelările reclamă norme mai mari de udare. Pe solurile cu textură grosieră în subsol, fîşiile vor fi scurte şi invers pe cele cu subsol argilos.

Lăţimea benzii sau fîşiei nu este de dorit să depăşească 18 m. Apa din rigola de alimentare sau conducta de udare se trece în fîşie cu ajutorul sifonului sau cu al fantelor (orificii de udare).

Panta cea mai obişnuită în direcţia curgerii este de 0,002—0,010.

Debitul de alimentare minim al fîşiei variază de la 3 la 7 l/s la 1 m lăţime de fîşie şi lungimea de 100 m.

7.13. UDAREA PE CURBE DE NIVEL SAU BRAZDE DE CONTUR

Prin udarea pe brazde de contur se înţelege transportul apei pe pantă după curba naturală, adică apa în brazdă curge paralel cu curba de nivel.

Pe solurile mijlocii la o pantă mai mică de 0,015 se pot cultiva plante ierboase anuale şi perene, la panta de 0,020 se plantează viţa de vie, nuci, meri etc. Brazdele pe curbele de nivel pentru pomi, nu se redeschid anual şi în acest caz irigarea este posibilă şi la o pantă mai mare de 0,020.

În condiţii ideale de sol, dar cu pante mari, orice teren poate fi irigat prin această metodă. Brazdele pe curbele de nivel pe lîngă faptul că aduc apa la plante, pot transporta şi evacua excesul apei în cazul ploilor torenţiale care pe toate coastele provoacă eroziune. Pe o suprafaţă de teren, cu o pantă uniformă, la curba de nivel, se pot trasa mai multe brazde directe. Pe terenurile cu relief foarte accidentat se vor trasa cele mai neregulate brazde. Pe terenurile cu relief suficient de uniform, canalul principal asigură alimentarea întregii suprafeţe. Canalul de evacuare poate, pe aceste terenuri, să fie trasat cît mai uniform ca pantă şi va transporta întregul surplus de apă din ploi sau irigaţie. Suprafaţa amenajată pentru a fi irigată pe curbele de nivel trebuie să fie nivelată şi verificată prin udare de probă.

Cerinţele şi caracteristicile udării pe brazde de contur sînt următoarele:

— solul să aibe o grosime de peste 100 cm, încît să permită o nivelare uniformă şi o dezvoltare satisfăcătoare a rădăcinilor. Infiltraţia apei în brazdă poate să varieze de la 5 mm/h pînă la 37,5 mm/h;

— capacitatea de reţinere pentru apă corespunzătoare capacităţii de cîmp poate varia de la mai puţin de 25 mm pînă la 90 mm pe stratul de 30 cm. Cu cît capacitatea de reţinere este mai mare şi intervalul între două udări va fi mai lung;

— debitul iniţial neeroziv trebuie determinat pentru fiecare cîmp separat. Cînd teritoriul a fost organizat se are în vedere ca debitul iniţial maxim neeroziv şi cel de regim să fie controlat periodic de organul specializat.

În funcţie de aşezarea brazdelor faţă de curba de nivel acestea se diferenţiază în:

— brazde directe — care se alimentează din canalul principal sau conductă, traversează parcela de irigaţie paralel cu curba, pînă la canalul de evacuare;

— brazde pinten — care se alimentează cu apă din canalul principal dar se termină undeva în mijlocul parcelei irigate, nu ajung la canalul de evacuare;

Scanned with OKEN Scanner

— brazde de umplere — care încep din interiorul parcelei, nu au legătură directă cu canalul de alimentare și evacuare. Aceste brazde sînt alimentate prin secționarea altor brazde;

— brazde spic — acestea încep din mijlocul parcelei de irigat și se extind pînă la canalul de evacuare. Linia de ghidare, pentru a dirija plantatul sau semănatul în rînduri paralele la curba de nivel, se trasează transversal pe pantă (fig. 7.12 a și 7.12 b).

Udarea pe curba de nivel se practică pe aproape toate solurile irigabile. Solurile foarte ușoare și în special cele foarte grele care crapă puternic la secetă, nu se pot iriga pe curbele de nivel; solurile nisipoase fiind puțin stabile, cînd se găsesc pe argilă pot aluneca ușor.

Amplasarea culturilor în rînduri la udarea pe curbe de nivel. Pentru o cît mai justă folosire a terenului se cere ca harta ridicării nivelitice să fie cît mai bine întocmită. Pe baza acestei hărți se trasează sistemul de distribuție, liniile de ghidare și pichetarea de nivelare. Cînd nivelarea se execută în afara aliniamentului rîndului culturii respective, numărul de brazde directe se mărește; întodeauna se va alege traseul cu solul cel mai gros și ușor de mișcat (decopertat).

Trasarea canalului de alimentare se face adaptîndu-l la situația cea mai convenabilă din teren. Cînd se execută în pămînt trebuie trasat cu o pantă ce nu va produce eroziunea. Construit din conducte acest neajuns este înlăturat. În cazul cînd se folosesc jgheaburi sau conducte, căderea poate să fie de 1,5/30 m.

În zonele cu ploi torențiale frecvente în perioada de vegetație brazdele au o pantă mai mare, în jur de 0,007. Această pantă poate evacua surplusul de apă din ploi în afara zonei irigate.

Bornarea liniei de ghidare pentru trasarea canalului de alimentare se face din 15 în 15 m. Borne în plus se prevăd pe creastă și la piciorul pantei. Bornele se plasează pe panta de irigație. Niciodată nu se face nivelarea în afara curbelor fixate prin borne.

Marcatorii permanenți din marginea cîmpului și de unde începe linia de ghidare trebuie plasați înainte de semănat. Începutul semănatului sau plantării se face de la cea mai joasă linie de ghidare în sus pe pantă, în rînduri paralele. Cultivarea și recoltarea se începe din vale în deal. Ansamblul de canale de alimentare și evacuare, cînd sînt făcute din conducte, trebuie verificate anual. Brazdele pe curbele de nivel se deschid anual și se vor folosi numai în rotația cu plante ce se cultivă în rînduri la distanțe mari.

În unele sisteme de irigație brazdele directe se mențin și în afara sezonului de cultură cu scopul de a se ușura transportul excesului pluviometric în canalul de evacuare. Tot timpul anului canalul de evacuare este deschis.

În cazul culturii pomilor, brazdele și canalele se vor întreține curate de buruieni iar deschiderea se face numai o dată pentru mai mulți ani.

Avantajele udării pe curbele de nivel sînt următoarele:

— reduce eroziunea în fiecare brazdă și permite o irigare eficientă a suprafețelor abrupte;

— face economie de apă, cînd întreaga lungime a brazdei este alimentată cu apă după metoda sfertului (pierderea de apă în adîncime fiind mai mică). De asemenea la pantă mică se poate obține un control mai bun al apei și se reduce eroziunea de suprafață. În astfel de condiții, economia de apă realizată prin udare pe curbele de nivel asigură irigarea a încă 40% din teren.

Scanned with OKEN Scanner

— permite debit mic de alimentare a brazdei; mișcarea încetă a apei pe brazdă va umezi solul mai bine decît scurgerea energică realizată pe terenurile cu pantă mare. Consumul de apă al culturilor este satisfăcut corespunzător;

— reduce costul muncii cerute la irigație, dar cere mai multă muncă la prima udare. După ce debitul brazdei a fost ajustat în funcție de numărul brazdelor directe și în spic, se cere mai puțină muncă comparativ cu udarea pe pante mici.

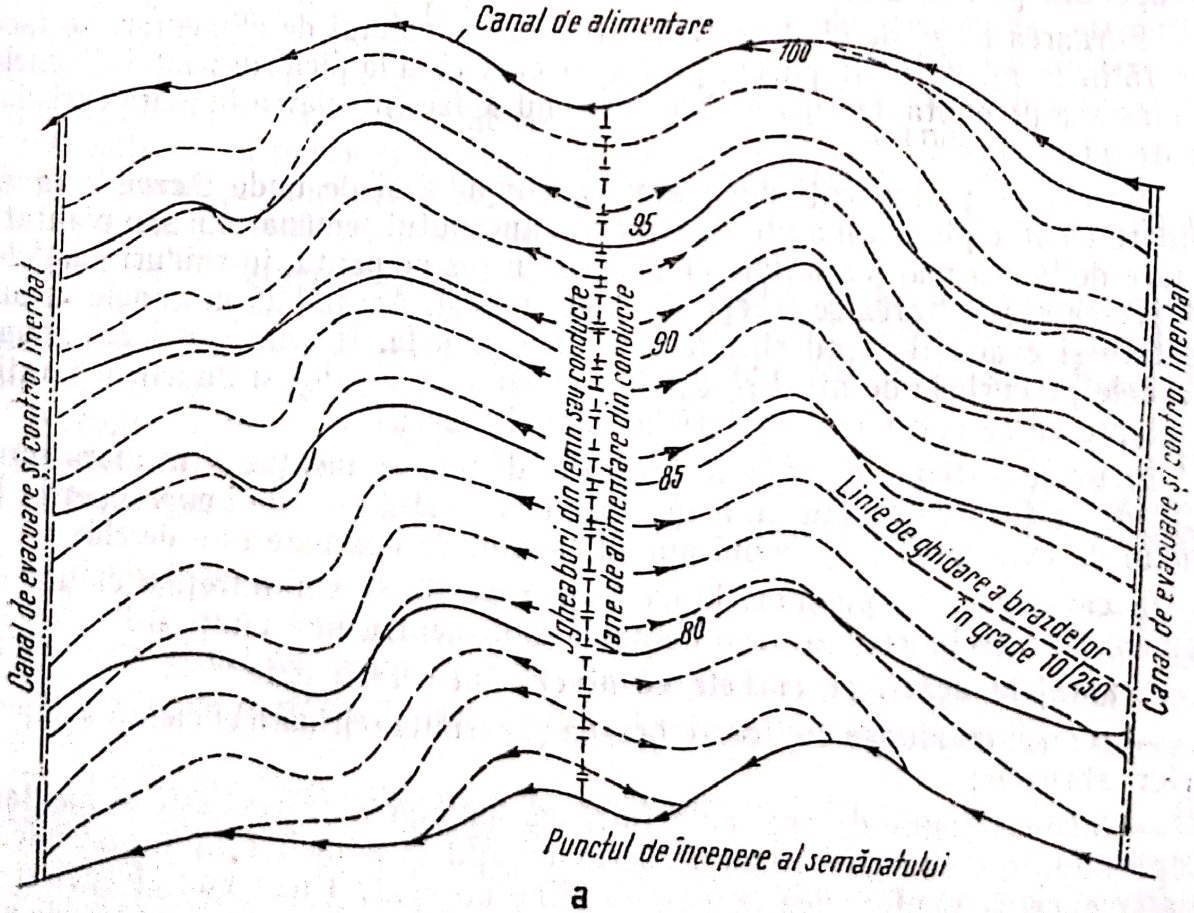
Dezavantajele udării pe curbele de nivel:

— tehnica culturii pe curbele de nivel reclamă mașini cu posibilități de întoarcere ușoară determinat de felul brazdelor: spic, pinten și de umplere;

— solicită consum mare de muncă pentru ridicarea nivelitică și o mare atenție la plasarea liniei de irigare.

7.14. UDAREA PE BRAZDE MICI (corugate)

Irigarea culturilor semănate în rînduri apropiate (grîu, ovăz, orz, lucernă etc.) se execută obișnuit după metoda fîșiei. Datorită faptului că la această metodă solul este acoperit cu un strat de apă de 2—3 cm în timpul udării, procesul biologic, schimbul de gaze cît și unele însușiri fizice ale solului sînt fie blocate fie deteriorate. Irigarea pe fîșii reclamă — pentru a se obține o udare uniformă — o nivelare perfectă în lungul direcției de udare, operație care cere timp și energie. Irigarea pe brazde mici înlătură aceste neajunsuri și



a

Fig. 7.12. Irigarea pe brazde de contur.
a — trasarea liniilor de ghidare în vederea irigării pe brazde de contur.

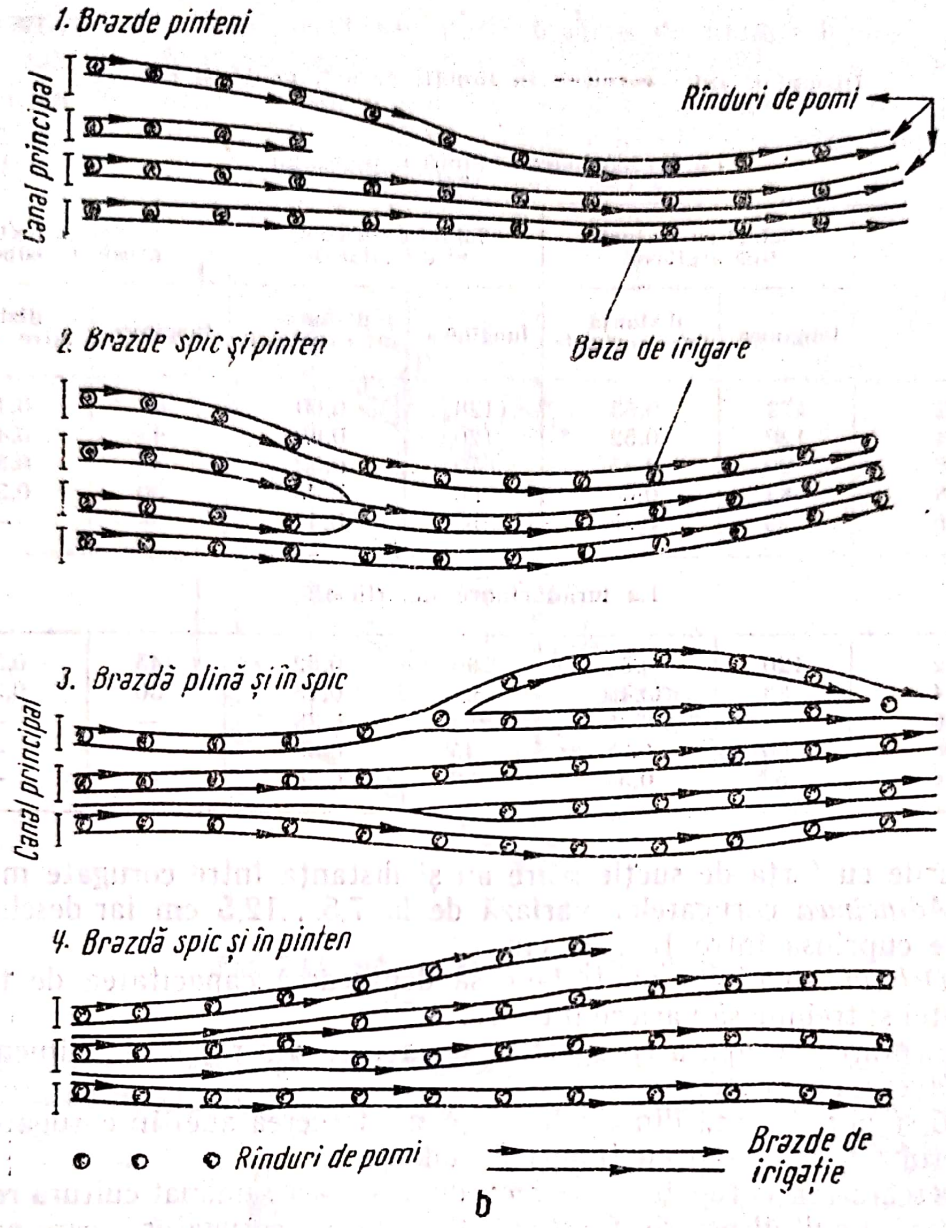


Fig. 7.12. Irigarea pe brazde de contur:
***b* — plantarea și trasarea brazdelor pe curba de nivel.**

asigură o udare mai uniformă. Udarea pe brazde mici este recomandată pe terenurile cu textură medie și fină, necorespunzător nivelate. Pe solurile cu textură grosieră și pe solurile saline irigarea prin această metodă nu este indicată.

Circulația apei în corugate se face după aceleași legi ca la udarea pe brazde obișnuite.

Elementele tehnice ale brazdelor mici sînt:

— *Panta*; terenurile care se pretează la udarea pe brazde mici au pante ce variază între 0,005—0,03. La panta mai mare de 0,03 direcția de curgere a corugatei va fi oblică sau paralelă cu curba de nivel. Panta corugatelor se trasează pînă la 0,03 paralel cu panta terenului.

— *Distanța* între corugate este condiționată de textura solului, adîncimea de înrădăcinare a culturii și grosimea stratului de sol (tabelul 7.2).

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 7.2

Distanțele între corugate în funcție de sol, pantă și cultură

Panta	Soluri cu textură fină argiloasă		Soluri cu textură medie-lutoasă		Soluri cu textură grosieră-nisipoasă	
	lungimea	distanța între corugate	lungimea	distanța între corugate	lungimea	distanța între corugate
La înrădăcinarea adîncă a plantelor						
0,02	173	0,63	128	0,60	68	0,45
0,04	120	0,52	120	0,60	45	0,45
0,06	90	0,45	75	0,52	38	0,38
0,08	83	0,45	60	0,45	30	0,39
0,10	75	0,45	53	0,45	—	—
La înrădăcinare superficială						
0,02	120	0,52	90	0,52	45	0,38
0,04	83	0,45	60	0,45	30	0,38
0,06	68	0,45	53	0,38	—	—
0,08	60	0,38	45	0,38	—	—
0,10	53	0,38	38	0,38	—	—

Solurile cu forța de sucție mare au și distanța între corugate mai mare.

— *Adîncimea* corugatelor variază de la 7,5...12,5 cm iar deschiderea la gură este cuprinsă între 15...30 cm.

— *Debitul* șuvoiului nu trebuie să depășească capacitatea de transport a corugatei și trebuie să varieze între 1...1,5 l/s.

Alimentarea cu apă a corugatelor se execută din rigola de alimentare sau din conducta de udare.

Cînd se alimentează din rigolă sau canal trecerea apei în corugate se face cu ajutorul sifonului sau cu tuburi de udare.

Deschiderea corugatelor se face după ce s-a semănat cultura respectivă cu ajutorul unui dispozitiv foarte simplu numit corugator, care prin tîrîre și apăsare la înaintare modelează forma corugatei (fig. 7.13 și 7.14). Corugatele odată deschise trebuie menținute tot timpul deschise. Metoda prezintă marele avantaj că reclamă instalații foarte ieftine și mașini puțin perfecționate.

7.15. UDARE PRIN BAZINE

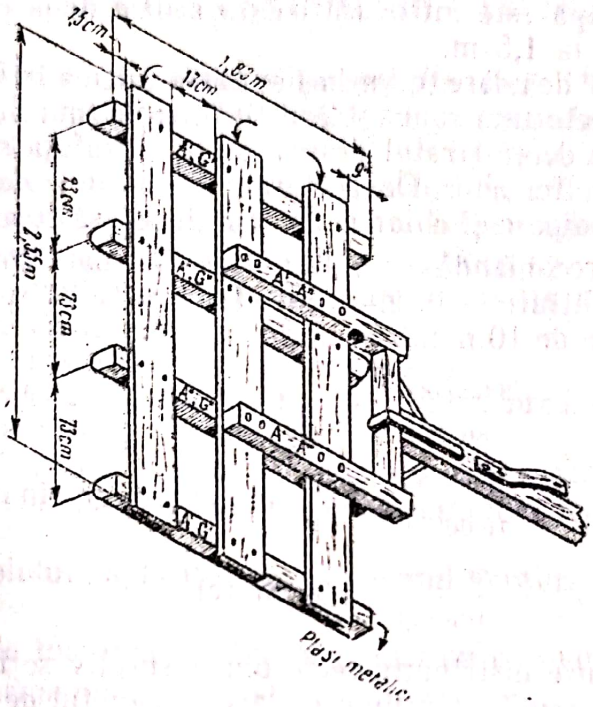
Metoda cunoscută sub acest nume este practicată în mod frecvent în irigarea pășunilor. Pentru a se ajunge la o productivitate cît mai mare în U.R.S.S., o serie de cercetători au propus ca udarea prin bazine să se aplice și în cadrul culturilor anuale. Cercetările făcute în Transvolga au arătat că porumbul cultivat pe un sol cu apă freatică la adîncimea de 4 m are un consum de 3 802 m³/ha din care : 1 818 m³/ha sînt din precipitații, 1 587 m³/ha s-au consumat din stratul de 1 m și 397 m³/ha din stratul de 1...2 m.

Udarea prin bazine ridică nivelul apei freatice și îl stabilizează la 2...3,5 m.

Scanned with OKEN Scanner

Porumbul, în zonele secetoase unde brațele de muncă lipsesc, poate da recolte susținute de masă verde dacă se aplică 2 500 m³/ha prin inundare.

Tehnica de aplicare. Pentru reușita metodei de udare prin bazine se cere să se realizeze o nivelare cît mai bună a cîmpului (sectoarelor de udare), suprafața sectorului să fie cît mai mare (50—500 ha) și :


75cm
1,80 m
15cm
A-G
A-G
A-G

— fiecare sector să se ude separat ;
— grosimea stratului de apă pe suprafaţa irigată să fie de 25—30 cm ;
— debitul de alimentare al sectorului de 4,0 m³/s ;
— norma medie să fie de 3 000—4 000 m³/ha.

Spre deosebire de udarea clasică în care apa se introduce de cîteva ori în decursul perioadei de vegetaţie în funcţie de plafonul minim, la metoda de udare prin bazine, apa este introdusă o dată sau de două ori pe an. Umezirea solului se face pînă la 1,5 m.

— hidromodulul de udare (q,l/s·ha) se poate calcula în funcţie de cantitatea de apă distribuită sectorului supus udării. Infiltraţia (mm/h) trebuie cunoscută, pentru că în funcţie de ea stratul de apă de la suprafaţa solului se va infiltra în una sau mai multe zile. Dacă durata de băltire depăşeşte 3 zile, deja plantele, cerealele păioase şi chiar porumbul încep să sufere.

Ca urmare se recomandă ca volumul de apă dat unui sector să dispară de pe sol — prin infiltrare — în 2—3 zile. Dacă pe 1 ha se distribuie 3 000 m³ şi infiltraţia (v_f) este de 10 mm/h se obţin :

$$\frac{3\,000\,000\ l}{86\,400} \approx 35\ \text{l/s}$$

$$\frac{3\,000\ \text{m}^3}{10\,000\ \text{m}^2} = 0{,}3\ \text{m} = 30\ \text{cm grosimea stratului de apă}$$

$$\frac{300\ \text{mm}}{10\text{mm/h}} = 30\ \text{h(ore)}$$

Norma de irigaţie distribuită sectorului respectiv se infiltrează în stratul de sol pe suprafaţa unui ha, în timp de 30 ore. Debitul de 35 l/s este suficient pentru a asigura debitul solicitat de 1 ha pentru grosimea stratului de apă de 30 cm. Pentru o solă de 500 ha, va trebui avansat un debit de :

500·35=17 500 l/s sau 17,5 m³/s. Acest debit se introduce pe lotul de 500 ha prin mai multe guri de alimentare.

Cercetările sovietice au arătat că la irigarea cu o normă de 3 000 m³/ha se asigură umezirea solului la capacitatea de cîmp pe un strat de 1,5. . .1,7 m. Metoda preconizată şi aplicată în U.R.S.S. este economică în cultura succesivă a porumbului pentru boabe.

7.16. UDAREA PRIN SUBMERSIE

Spre deosebire de irigarea prin scurgere la suprafaţă cu variantele : brazde, fîşii, curbe de nivel, bazine etc., care se folosesc în cadrul culturii plantelor de cîmp cum sînt : grîul, porumbul, floarea-soarelui, lucerna, cartofii etc., submersia este metoda de udare folosită exclusiv pentru cultura orezului.

Esenţialul în caracterizarea acestei moto de constă în aceea că apa de irigare se menţine în parcelă la un anumit nivel pe cît posibil constant, fapt pentru care suprafaţa irigată trebuie să fie cît mai bine nivelată şi solul cît mai puţin permeabil.

Spre deosebire de celelalte culturi de cereale, orezul necesită o cantitate mai mare de apă necesară realizării producţiei.

Scanned with OKEN Scanner

Irigarea culturii determină o serie de măsuri fitotehnice organizatorice și economice pe care unitățile agricole sînt obligate să le îndeplinească (vezi și capitolul 15).

7.17. METODE SPECIFICE ÎN COMBATEREA EROZIUNII LA IRIGAREA PRIN SCURGERE LA SUPRAFAȚĂ

Terenurile irigate sînt cele mai valoroase din fondul funciar total al țării. Degradarea lor prin irigare datorită eroziunii de suprafață se poate realiza în timp foarte scurt. Intensitatea eroziunii prin irigare este condiționată de panta terenului, tehnica de udare, rezistența solurilor, gradul de fixare al solului de către sistemul radicular al culturilor și procedeele agrotehnice de lucrare.

Procesul erozional pe solul irigat se manifestă prin:

— *spălarea laminară* a orizonturilor superioare ale solului reducînd conținutul de humus, azot, fosfor;

— *eroziunea de șiroire* (inclusiv de adîncime);

— *degradarea rețelei de distribuție a apei* și spălarea stratului de sol prin curenți torențiali de apă și de vînturi.

Prevenirea și stăvilirea acestor fenomene se realizează prin:

— culturi încheiate, cu sistem radicular uniform repartizat (cereale păioase);

— lucrările solului aplicate la momentul optim și tratarea chimică a buruienilor;

— renunțarea la lucrarea solului cu plugul cu cormană;

— spargerea hardpanului și a straturilor tasate pînă la cel puțin 1,0 ... 1,5m adîncime;

— debite de udare mai mici decît cele reieșite din calcule;

— utilizarea acizilor grași macromoleculari în doze de 0,2 ... 0,5 g/100 g sol sau 300 g/m² de brazdă, care au efect antieroziv (se aplică numai pe talvegul brazdei, adică acolo unde are loc scurgerea). Cercetările arată că prin aplicarea agentului activ de suprafață, extremitatea polară (funcțională) a moleculelor acestuia este orientată către particulele de sol, iar extremitatea nepolară în direcția opusă, în exterior, în sensul porilor solului. În acest mod particulele de sol capătă proprietăți de protecție împotriva acțiunii directe a apei de irigare, care în mod obișnuit degradează agregatele de sol. Brazdele executate pe nisipuri și tratate cu acizi grași macromoleculari 0,2 g/100 g sol s-au umezit foarte uniform atît în lungime cît și lateral comparativ cu brazdele netratate. Debitul de udare la brazdele tratate cu acizi macromoleculari variază între 0,82 ... 1,9 l/s.

7.18. METODE TEHNICE PENTRU MENȚINEREA ȘI REDRESAREA VITEZEI DE INFILTRAȚIE

În toate amenajările de irigație prin scurgere, viteza de infiltrație scade în timp, cu repercursiuni majore asupra organizării udării și a producției. În ultimele sisteme din S.U.A. infiltrația a ajuns la 1,3 mm/h în timp ce vara consumul (ET) ajunge la 7 mm/zi.

Scanned with OKEN Scanner

Infiltrația redusă înseamnă pierderi mari prin scurgere la suprafață; folosirea ineficientă a apei.

Mărirea vitezei de infiltrație se realizează prin:

—*prășirea* taluzelor brazdelor la o adîncime de 2,5 cm înaintea udării;

—*încorporarea* paielor tocate în taluzul brazdei pînă la adîncimea de 3—5 cm; doza de paie economic utilizată este de 2—5 t/ha;

—*ridicarea și menținerea procentului de humus* (vezi fig. 12.3 și 12.4).

7.19. UNELTE ȘI DISPOZITIVE NECESARE IRIGĂRII PRIN SCURGERE LA SUPRAFAȚĂ

Pentru sporirea productivității muncii în operația de irigare prin scurgere la suprafață se folosesc dispozitive mobile pentru dirijarea apei, cum sînt: panouri mobile din polietilenă sau tablă, sifoane portative, conducte transportabile (set mobil de udare), deversoare (apometre).

Panourile servesc pentru ridicarea nivelului apei în canal cu 2—5 cm față de rigolă, iar în rigolă cu 4—7 cm față de terenul de irigat. Se confecționează din tablă, lemn și polietilenă (fig. 7.15).

Sifoanele portative servesc la trecerea apei din canale în rigolă și din rigolă în brazdă. Sifoanele dau posibilitatea să se măsoare debitul de apă și în acest caz se întrebuințează ca sifoane hidrometre.

Sifoanele se confecționează din metal ușor sau material plastic. La un sifon deosebim debitul, forma și profilul. Debitul este determinat de diametru și diferența de nivel după relația:

$$Q=\mu\,\omega\sqrt{2gh}, \quad (l/s) \qquad (7.19)$$

în care: μ este coeficientul de debit, 0,6—0,7 pentru diametrul de 0,33—0,76 dm; ω — suprafața secțiunii circulare și a sifonului în dm²; g — accelerația gravitației, 98,1 dyne/s²; h — diferența de nivel dintre apa din canal și gura de ieșire a sifonului sau între apa din canal și apa din brazdă (fig. 7.16).

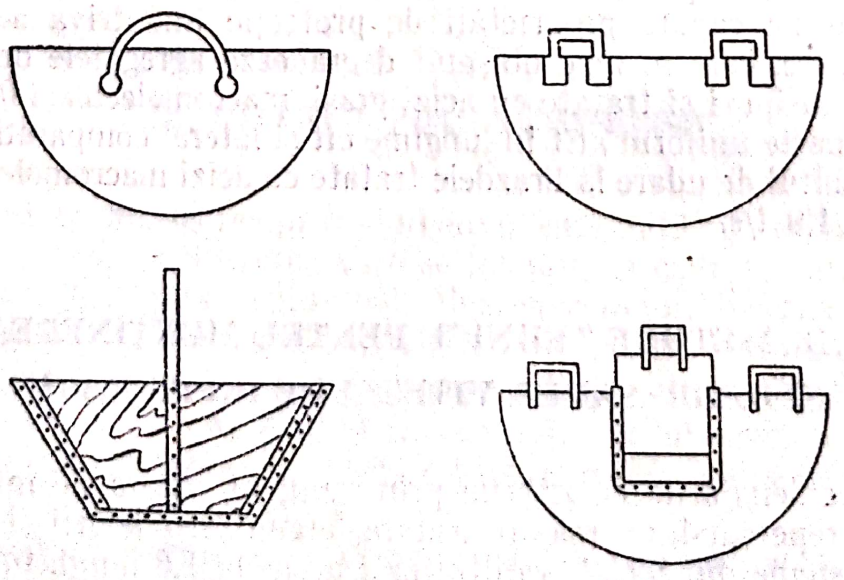


Fig. 7.15. Panouri mobile.

Scanned with OKEN Scanner

După modul de funcţionare sifoanele se clasifică în două grupe :

— *cu funcţionare înecată*, cînd capătul tronsonului din aval se găseşte sub nivelul apei (fig. 7.17) ;

— *cu funcţionare neînecată*, cînd capătul tronsonului din aval se găseşte deasupra nivelului apei.

În timpul lucrului nivelul apei în canal poate să scadă şi sifoanele obişnuite se dezamorsează. Pentru a evita acest neajuns s-au construit sifoane nedezamorsabile care după o revenire a nivelului apei în canal îşi reiau funcţionarea fără să fie reamorsate.

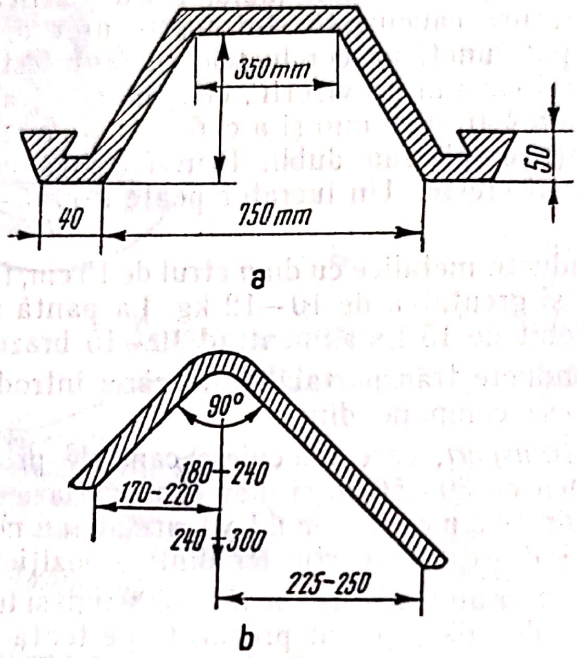


Fig. 7.16. Sifoane de udare :
a — sifon cu genunchi la ambele capete, cu ∅ 20 mm, nedezamorsabil ; *b* — sifon simplu, cu ∅ 20 mm, dezamorsabil.

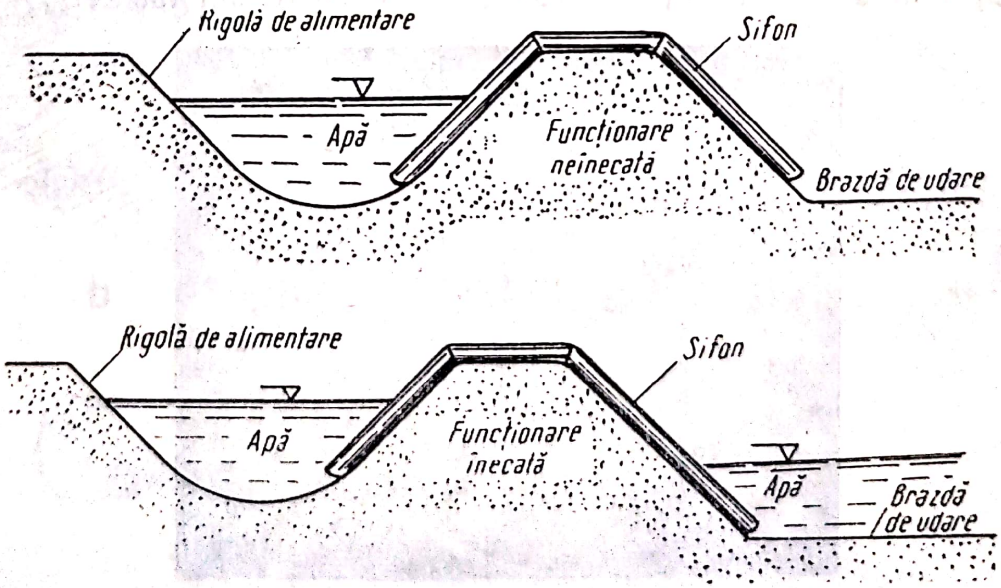


Fig. 7.17. Sifoane cu funcţionare înecată şi neînecată.

Scanned with OKEN Scanner

Sifoanele care trec apa din canalele de alimentare pe fîșie au diametru 5—10 cm, iar cele care alimentează brazdele au 2—4 cm (fig. 7.18).

Capacitatea de transport a sifonului portativ depinde de diametrul sifonului și de diferența de nivel.

Sifoanele cu diametrul mai mare de 12 cm se folosesc pentru debite cuprinse între 5—15 l/s. Pentru debite mai mari se grupează mai multe sifoane.

Conducte transportabile sînt dispozitive mobile pentru conducerea apei. Ele înlocuiesc, așa cum s-a arătat, rigola de legătură, canalul provizoriu și trec apa prin intermediul fantelor în brazdă sau fîșia de udare (fig. 7.19).

Conductele se confecționează din tablă, masă plastică sau țesătură cauciucată. Cele din țesătură cauciucată sînt foarte ușor de manipulat. Limita pantei pînă la care pot funcționa conductele cu fante este de 50‰. Tehnica actuală a înlocuit total canalul provizoriu, cu conducte transportabile, al căror diametru poate fi de la 400—600 mm și a căror lungime este de 500—1 000 m, prevăzute cu hidranți simpli sau dubli. Prin folosirea conductelor flexibile, productivitatea muncii crește. Un lucrător poate iriga 5—6 ha/zi la o normă de 500 m³/ha.

Se folosesc și conducte metalice cu diametrul de 15 cm, fiecare tronson avînd lungimea de 4—6 m și greutatea de 10—12 kg. La pantă mică, prin conductă poate să treacă un debit de 15 l/s alimentînd 10—15 brazde.

Instalația cu conducte transportabile — a cărei introducere în producție se extinde la noi — se compune din:

— *conaucte de transport*, care înlocuiesc canalele provizorii; tronsoanele conductei au lungimea de 30—50 m și diametrul variază de la 200—400 mm. Tipul de conductă din cauciuc butyl armat sau nearmat se poate rula pe tamburi ușurîndu-se transportul lor dintr-o poziție în alta;

— *conductele de udare* au diametrul de 150—300 mm și lungimea 200 – 400 m, ele înlocuiesc rigolele de udare și sînt prevăzute pe toată lungimea cu orificii de scurgere aplicate la intervale de 0,7—1,5 m. Orificiile au diferite tipuri de duze ce asigură mărimi variate de debit;

— *piese accesorii* — teuri și coturi, executate din tablă, servesc la dirijarea apei în diferite direcții; reducții, confecționate din tablă;

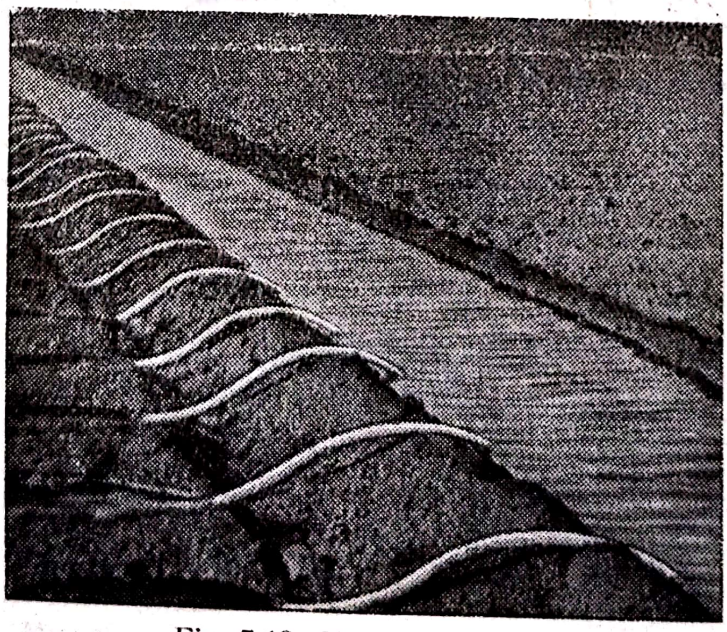


Fig. 7.18. Sifoane în lucru.

Scanned with OKEN Scanner

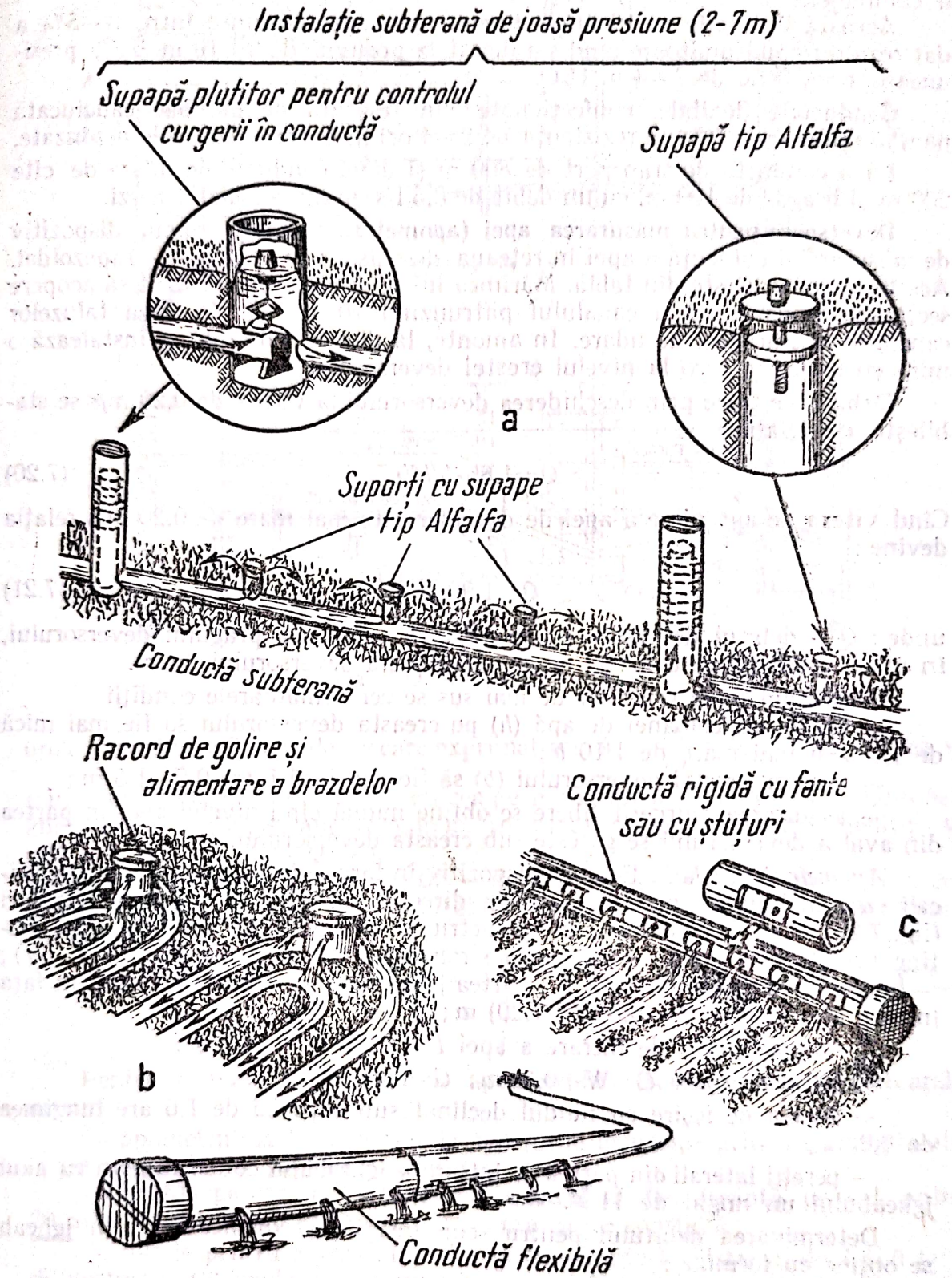


Fig. 7.19. Instalații moderne de udare prin scurgere la suprafață.

Scanned with OKEN Scanner

cleme metalice pentru strangularea secțiunii de scurgere sau închiderea totală a conductei.

Această instalație verificată pe terenuri cu pante cuprinse între 3—5% a dat rezultate mulțumitoare cînd s-a lucrat la presiune de 9—10 m H_2O, presiunea optimă fiind de 2—4 m H_2O.

Conductele flexibile, confecționate din țesătură de bumbac cauciucată pe una sau ambele fețe au rezistența de 2—4 ori mai mare decît cele nepînzate.

La o conductă de transport de 800 m și două conducte de udare de cîte 200 m și brazde de 100 m, cu un debit de 0,5 l/s un om a irigat 4 ha/zi.

Deversoare pentru măsurarea apei (apometre). Cel mai simplu dispozitiv de măsurare și evidență a apei în rețeaua deschisă este deversorul trapezoidal. Acesta se construiește din tablă. Mărimea lui se dimensionează încît să acopere secțiunea transversală a canalului pătrunzînd 10—15 cm în baza taluzelor canalului sau brazdei de udare. În amonte, la distanță de ($3h$) se instalează o mică cu indicația zero la nivelul crestei deversorului.

Debitul ce trece prin deschiderea deversorului la viteza de 0,20 m/s se stabilește cu relația:

$$Q=1{,}86 \cdot b/h^{3/2}, \qquad (7.20)$$

Cînd viteza de apropiere a apei de deversor este mai mare de 0,20 m/s relația devine:

$$Q=1{,}90\ b \cdot h^{3/2}, \qquad (7.21)$$

unde: Q — debitul deversorului, în m^3/s; b — lățimea pragului deversorului, în m; h — înălțimea coloanei de apă pe creasta deversorului, în m.

Pentru aplicarea relațiilor de mai sus se cer următoarele condiții:

— înălțimea coloanei de apă (h) pe creasta deversorului să fie mai mică de 1/3 b și mai mare de 1/10 b;

— lățimea crestei deversorului (b) să fie cuprinsă între 0,2—1,5 m;

— asigurarea scurgerii libere se obține numai cînd nivelul apei în partea din aval a deversorului se găsește sub creasta deversorului.

Apometrul Parshall. Este un dispozitiv în formă de jgheab cu pereții verticali care în lungime prezintă față de direcția de curgere anumite unghiuri (fig. 7.20). Prin construcție la un apometru cu salt hidraulic tip *Parshall* se disting următoarele părți: — lărgimea strangulată (la gîtul dispozitivului — W); — lungimea la panta de fugă, F; partea jgheabului cu fundul orizontal în fața intrării strangulate $B=(0{,}5\ W+1{,}20)$ m;

— lățimea părții de intrare a apei $D=(1{,}20 \cdot W+0{,}48)$ m;

— lățimea ieșirii $C=W+0{,}30$ m; $G=0{,}45$ m

— partea de ieșire cu fundul declinat sub o pantă de 1:6 are lungimea de 0,9 m;

— pereții laterali din partea de intrare a jgheabului ce fac în plan cu axul jgheabului un unghi de 11°9′.

Determinarea debitului pentru scurgerea liberă (neînecată) prin jgheab se obține cu formula:

$$Q=0{,}372\left(\frac{Hm}{0{,}305}\right)1{,}569 \cdot W^{0{,}026}, \qquad (7.22)$$

Scanned with OKEN Scanner

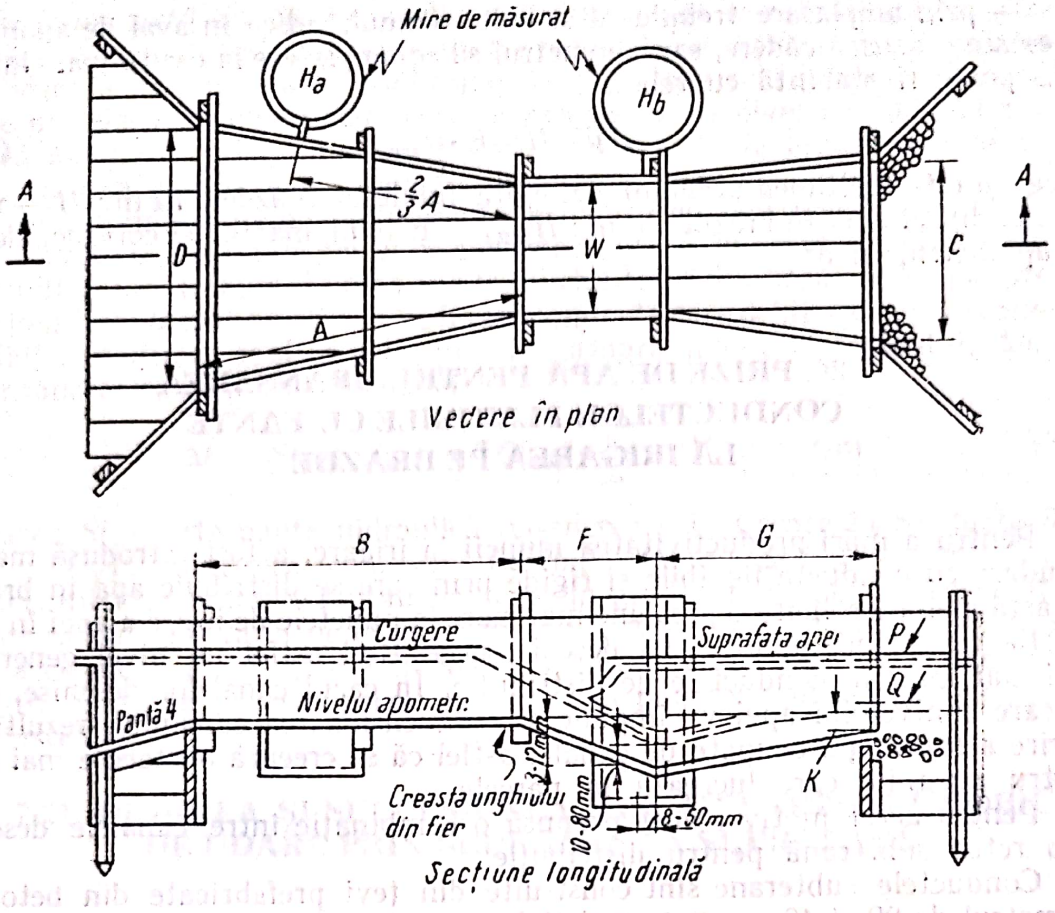


Fig. 7.20. Apometrul Parșhall.

unde : K este coeficient de înecare exprimat prin $K = \frac{Hv}{Hm} \leqslant 0{,}7$; Hm — citirea pe mira din amonte, în m ; Hv — citirea pe mira din aval, în m ; W — lărgimea apometrului în zona strangulată, în m. În cazul scurgerii înecate, debitul se află cu relația : $Qn = Q_b - q$,
unde : Qn este debitul, în m³/s ; Qb — debitul ce trece prin apometru în cazul scurgerii libere, în m³/s ; q — debitul de corelație, în m³/s și se calculează cu relația :

$$q = \left\{ 0{,}7 \left[\frac{Hm}{\left[\frac{1{,}8}{K} - 2{,}45 \right]^{0{,}305}} \right]^{4{,}57 - 3{,}14\,K} + 0{,}07 \right\} W^{0{,}815} \qquad (7.23)$$

Pentru o bună funcționare a apometrului trebuie luate următoarele măsuri :

— apometrul să fie racordat la taluzurile canalelor prin aripi amplasate la un unghi de 45° față de axa lui ;

— brazda pe care se instalează apometrul să fie dreaptă pe cel puțin 20 m în amonte și 20 m în aval, iar panta să fie continuă ;

— mirele pentru citirea nivelului să fie plasate la distanța de 2/3 A față de porțiunea strangulată, iar diviziunile zero ale acestora să reprezinte cota de fund la intrarea apei ;

Scanned with OKEN Scanner

— prin amplasare trebuie să se evite remuul, adică în aval de apometru să existe o uşoară cădere, sau apometrul să se amplaseze la o cotă mai ridicată care poate fi stabilită cu relaţia :

$$p = H - K \cdot H_{max} \qquad (7.24)$$

unde : p este înălţimea pragului deasupra fundului brazdei, în m ; H — nivelul maxim al apei în brazdă, în m ; H_{max} — nivelul maxim al coloanei de apă în apometru, în m.

7.20. PRIZE DE APĂ PENTRU BRANŞAREA CONDUCTELOR FLEXIBILE CU FANTE LA IRIGAREA PE BRAZDE

Pentru a mări productivitatea muncii la irigare, a fost introdusă metoda de udare cu conducte flexibile şi rigide prin care se distribuie apa în brazde. Această metodă solicită o presiune mai mare la punctele de ieşire a apei în comparaţie cu metoda unui canal deschis, necesitînd astfel un nivel general al apei mai înalt în conductele de distribuţie. În cazul canalelor deschise, orice ridicare a nivelului apei va impune şi redimensionarea canalului, rezultînd o mărire a suprafeţei ocupate de canale, astfel că se creează obstacole mai mari pentru maşinile care lucrează în parcele.

Pentru acest motiv a fost propusă o combinaţie între canalele deschise şi o reţea subterană pentru distribuţie.

Conductele subterane sînt construite din ţevi prefabricate din beton cu diametrul de 20 şi 40 cm, care rezistă la o presiune interioară de 2—3 m H_2O.

Construcţia proiectată pentru debitarea apei din conducta subterană în conductele flexibile de pe suprafaţa terenului este o priză de apă (fig. 7.21).

Priza de apă reprezintă o cutie verticală de beton, avînd fundul aşezat la un nivel sub acela al conductei subterane, iar partea de sus a acestei cutii este deschisă şi se găseşte la un nivel care de obicei este de la 0,8—1,2 m deasupra nivelului terenului. În cutie se găseşte o placă verticală, prefabricată din beton armat, care are un orificiu cu diametrul egal cu acela al conductei de beton. Cînd acest orificiu este blocat cu ajutorul unei stavile mobile avînd forma de cazma, apa din conducta subterană este forţată să se urce în sus şi este debitată

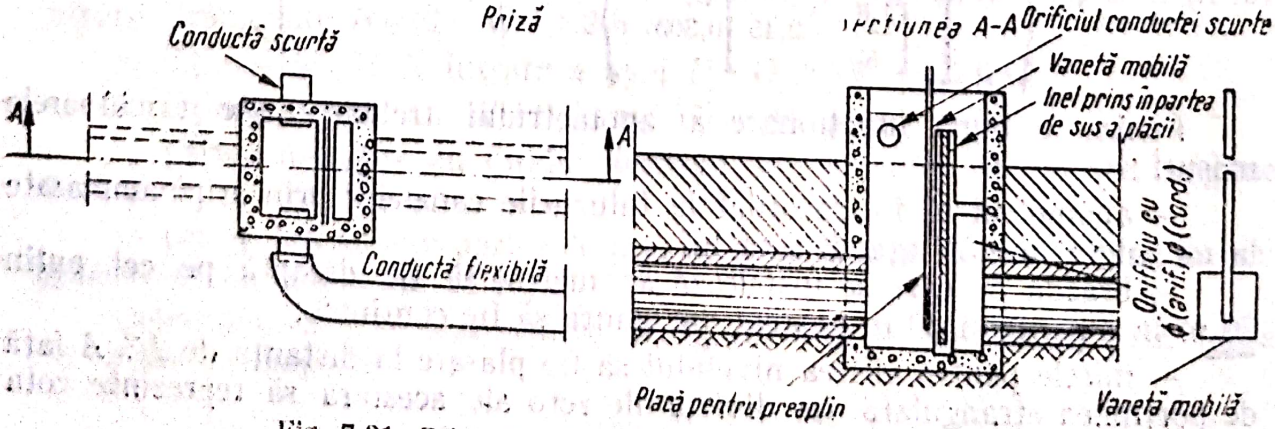


Fig. 7.21. Priză de apă pentru irigarea prin scurgere.

printr-o conductă scurtă, în conducta flexibilă care este branșată la priza de apă. Orice exces de apă care nu poate fi preluat de conducta flexibilă va provoca o ridicare și mai mare a nivelului apei în cutia verticală și apoi se va revărsa peste marginea plăcii verticale, care se găsește la un nivel de 30...40 cm sub partea de sus a cutiei, fiind folosită în același mod la următoarea priză din aval, care se găsește sub conducta subterană.

Debitul mînuit de un om în cazul amenajării de mai sus este de 40...100 l/s. Proiectarea și construcția prizei de apă este limitată, în general, de determinarea înălțimii la care trebuie ridicată apa la nivelul terenului în priza de apă, precum și de înălțimea la care trebuie să fie fixată conducta care debitează apa în conducta flexibilă. Înălțimea apei în cutia prizei deasupra nivelului terenului, Δh, este determinată cu ajutorul formulei:

$$\Delta h = S_{(cf)}\, L_{(cf)} + \Sigma C_{(ph)} \cdot \frac{v^2}{2g} - Y, \qquad \text{(m)} \qquad (7.25)$$

în care: $S_{(cf)}$ este panta hidraulică (pierderea prin frecare în conducta flexibilă); $L_{(cf)}$ — lungimea conductei flexibile, în m; $\Sigma C_{(ph)}$ — suma tuturor coeficienților și pierderilor hidraulice locale (în afară de frecare), pierderi la intrare, pierderea datorită razei de curbură etc.; v — viteza apei în conductă, în m/s; g — accelerația gravitației, 9,81 m/s²; Y — diferența între cota terenului la punctul unde se găsește priza de apă și la punctul unde se găsește capătul conductei.

7.21. ORDINEA ȘI SUCCESIUNEA MIȘCĂRII SETULUI MOBIL DE UDARE PRIN SCURGERE LA SUPRAFAȚĂ

La toate metodele de udare prezentate, acțiunea apei prin canale deschise executate în debleu sau rambleu și neimpermeabilizate este total necorespunzătoare. Înlocuirea canalelor privizorii, rigolelor de udare, cu seturi de conducte flexibile sau rigide, reclamă din partea cultivatorului cunoașterea unui anumit mod de mutare a setului mobil utilizat.

Mutarea conductelor transportabile, de la o poziție la alta se face în prezent manual. Deplasarea muncitorilor care transportă conductele mobile se execută în două direcții și anume:

— perpendicular pe direcția brazdelor (respectiv paralel cu conducta de udare, în amonte de aceasta, pentru a nu merge pe teren umezit pînă la marginea sectorului);

— paralel cu direcția brazdelor, pînă în dreptul poziției următoare de udare.

Se recomandă ca udarea să se înceapă din partea amonte a sectorului de udare determinîndu-se astfel în mod practic poziția următoare a conductei de udare la limita lungimii efective de udare a brazdelor. În cazul brazdelor mai lungi se realizează o utilizare mai rațională a echipamentului mobil udîndu-se o suprafață mai mare dintr-o singură poziție.

La brazde scurte udarea întregii suprafețe reclamă eforturi mai mari prin mutările mai numeroase ale conductei transportabile.

La o poziție a conductei de udare este indicat ca udarea să înceapă din capătul aval al conductei. În acest mod tronsoanele eliberate din aval pot fi mutate și instalate pe o poziție următoare de udare, asigurîndu-se continuitatea udării de la o poziție la alta cu minimum de conducte de rezervă.

Scanned with OKEN Scanner

În fig. 7.22 se prezintă un exemplu simplificat privind ordinea de mutare a conductelor transportabile și de aplicare a udărilor pentru schema transversală.

În prima zi a funcționării unui set de udare se întind pe cîmp toate componentele setului, inclusiv rezerva. De remarcat că tronsonul de rezervă se montează în poziția a II-a de udare ca tronson nr. 1. Pe măsura eliberării unor tronsoane din poziția 1 acestea se montează în poziția a II-a în prelungirea tronsonului de rezervă. După terminarea udării primului tronson din poziția I conducta de udare poate începe funcționarea în poziția a II-a.

Tronsonul 1 din poziția I (ultimul care se eliberează) se mută în poziția a III-a tot ca tronson 1, repetîndu-se ciclul pînă la terminarea udării.

Nu este indicat a se începe udarea din capătul amonte al conductei de udare, întrucît întreaga lungime de conductă mobilă rămîne blocată pe poziția respectivă, pînă la terminarea udării.

Pentru exploatarea rațională a setului de udare este indicat să se verifice în teren următoarele elemente din proiect:

— debitul maxim ce poate fi administrat pe brazdă în funcție de textura solului și pantă, pe fiecare sector de udare;

— lungimea optimă teoretică a brazdei;

— timpul de udare pe brazdă la norma de udare necesară;

— timpul de revenire cu a doua udare în funcție de norma de udare și prognoza regimului hidric în sol.

Pe baza acestor elemente verificate se întocmește un grafic de udare care trebuie să țină seama în principal de debitul maxim (Q_{max}) ce poate fi transportat de echipamentul mobil.

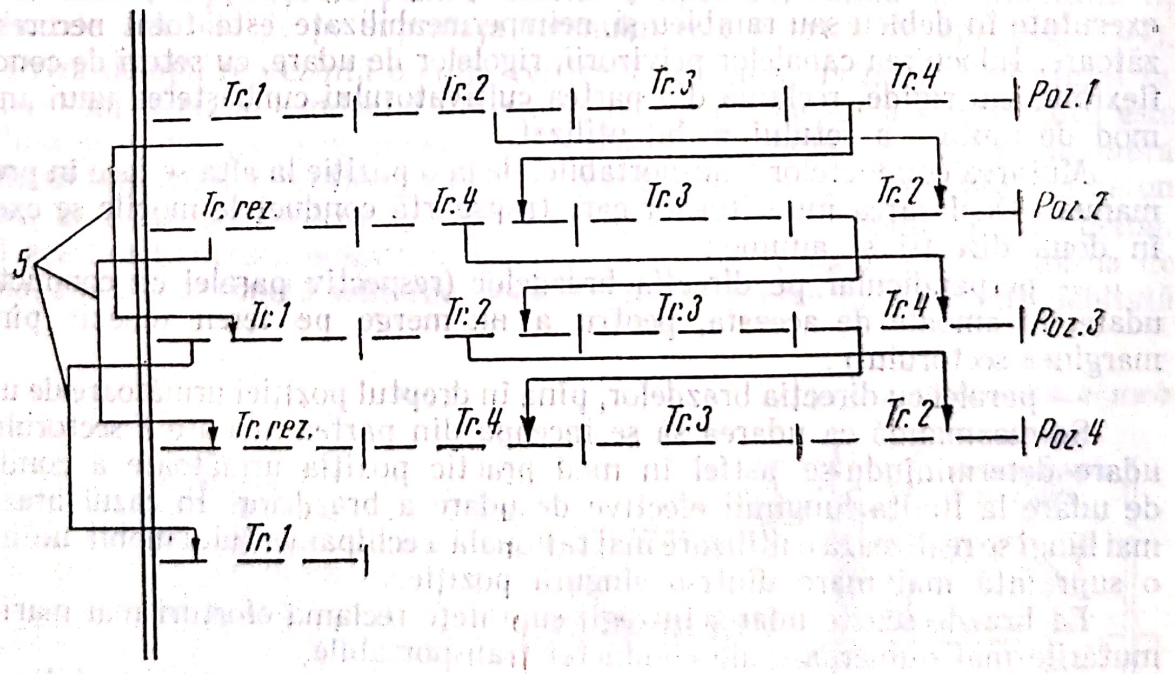


Fig. 7.22. Ordinea de mutare a conductelor de transport și de udare la irigarea prin scurgere la suprafață:

poziția *1, 2, 3, 4* — tronson sau tronsoane de conductă cu funcționare simultană; *Tr. rez.* — tronson suplimentar de rezervă; *5* — sensul de deplasare al tronsoanelor de conductă de transport.

Scanned with OKEN Scanner

Cunoscînd debitul maxim (Q_{max}.) și debitul pe brazdă, constant (q_b), în l/s se determină numărul de brazde (N_b) după relația :

$$N_b = \frac{Q_{max}}{q_b} \qquad (7.26)$$

Numărul de brazde (N_b) rezultat trebuie să fie apropiat de numărul de fante ale tronsonului de alimentare, astfel încît să funcționeze toate orificiile de pe fiecare tronson, în caz contrar se suspendă unele fante.

Debitul brazdei se modifică corespunzător (q'_b) :

$$q'_b = \frac{Q_{max}}{N_b} \qquad (7.27)$$

În funcție de debitul real al brazdei se calculează timpul de staționare la norma de udare dată ;

$$T = \frac{m \cdot L \cdot d}{600\ q'_b} \qquad \text{(minute)} \qquad (7.28)$$

Timpul de staționare se urmărește a se încadra în cele 20 ore de udare efective, astfel că în timpul unei zile să se realizeze un număr întreg de tronsoane eliberate.

Cînd la udare se utilizează două mărimi de debit (Q_i) debit inițial și (Q_r) debit de regim numărul de brazde va fi :

$$N_b = \frac{Q_{max}}{Q_i} \quad \text{și} \qquad (7.28)$$

$$N_b = \frac{Q_{max}}{Q_r}$$

Durata totală de udare (T) pe o brazdă va fi conform relației (7.17).

Pentru a asigura aplicarea irigării în condiții tehnice corespunzătoare se va urmări ca :

— prin norma de udare să nu se depășească umiditatea corespunzătoare capacității de cîmp pe un strat de sol nu mai gros decît cel corespunzător zonei de dezvoltare a masei radiculare a culturii ce se irigă ;

— intervalul între udări să nu depășască limita probabilă a zonei respective : 10—12 zile în zona de cîmpie, 10—15 zile în zona pădurilor de cîmpie.

Odată ritmul de udare stabilit, se stabilesc echipele de udători pe fiecare set.

În mod orientativ se poate considera ca necesar pentru forța de muncă în perioada de vîrf, pentru fiecare schimb cîte 1 om/25 l/s în schema transversală și 1 om/20 l/s la schema longitudinală.

7.22. NORMELE DE LUCRU ȘI PRODUCTIVITATEA LA UDAREA PRIN SCURGERE LA SUPRAFAȚĂ

În funcție de utilajul existent în rețeaua provizorie, normele de lucru sînt diferite, variind de la 5—100 l/s de udător.

Norma de lucru, în timp de 10 ore este condiționată de debitul mînuit de udător (q), în l/s și mărimea normei de udare, în m³/ha.

Scanned with OKEN Scanner

Norma de lucru ($N\,ha$) se calculează cu relaţia :

$$N\,ha = 36\frac{q}{m} \tag{7.29}$$

La brazdele scurte (sub 100 m) amenajare ce se întîlneşte frecvent pe terenurile cu pantă mare şi nivelare necorespunzătoare udătorii lucrează în formaţie de doi (unul manipulează sifoanele iar altul controlează circulaţia în brazde). Elementele tehnice ale brazdei de udare la asemenea lungime de brazdă nu se calculează pentru că sînt foarte denaturate din cauza neuniformităţii pantei.

În cazul udării pe brazde lungi (peste 100 m) terenul fiind nivelat şi panta uniformă, apa se scurge în brazdă fără ajutorul celui de al doilea udător.

Numărul de brazde ce se udă concomitent cu ajutorul sifoanelor se determină în funcţie de cunoaşterea următoarelor elemente :

— debitul de alimentare al parcelei (mărimea lui Q, l/s) ;
— debitul iniţial introdus în fiecare brazdă (Q_i, l/s) ;
— durata totală de udare (T) ;
— durata de umezire a brazdelor (t_1).

Grupul de brazde cu care se începe udarea se determină din relaţia :

$$\text{numărul de brazde} = \frac{Q}{Q_i} \tag{7.30}$$

în care : Q este debitul canalului de alimentare, în l/s ; Q_i — debitul iniţial ce alimentează brazda, l/s.

Udarea se efectuează pe grupe de brazdă cu funcţionare alternă ; un grup de brazde funcţionează cu un debit (Q_i) în timpul (t_1) iar cînd timpul (t_1) s-a scurs, pentru primul grup de brazde, se întrerupe udarea şi se începe la al doilea grup de brazde, ce va funcţiona pînă ce se scurge timpul (t_1). Din acest moment se începe atît pentru primul grup cît şi pentru cel de al doilea, udarea cu jumătate din (Q_i), adică Q_r şi va dura pînă ce se epuizează timpul (t_2). În acest fel udarea se termină în acelaşi timp pentru ambele grupe de brazde.

Cînd se folosesc sifoane, udarea începe totdeauna din avalul canalului provizoriu. În cazul conductelor de udare, operaţia de udare se execută deodată pe toată lungimea tronsonului. Pentru distribuirea debitului maxim neeroziv sau (Q_i) ce alimentează brazda, în timpul (t_1), vor funcţiona două sifoane, iar în timpul (t_2) va funcţiona un sifon sau, prin variaţia nivelului apei în canal reducem la jumătate debitul sifoanelor ce au funcţionat în timpul (t_1).

Productivitatea muncii (P) la efectuarea udării nu este o mărime constantă ci depinde de utilaj şi condiţiile concrete din sistem.

$$P = \frac{Tsm}{T_{pol}} = \frac{Tsm}{t_{pol}} \cdot d \cdot l\,; \tag{7.31}$$

unde : Tsm este productivitatea schimbului în minute ; $d \cdot l$ suprafaţa unei brazde udate ; T_{pol} ; t_{pol} — timpul necesar pentru efectuarea tuturor lucrărilor de udare raportate la unitatea de suprafaţă sau la o brazdă (t_{poi}).

Cheltuiala de muncă totală se împarte în următoarele două grupe principale : cheltuială de muncă pentru repartizarea apei (t_l), cheltuială de muncă ocazionată de corectarea scurgerilor în interiorul suprafeţei irigate (t_{pl}).

În acest caz $t_{pol} = t_l + t_{pl}$.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 8

TEHNICA IRIGĂRII PRIN ASPERSIUNE

8.1. EVOLUȚIA IRIGAȚIEI PRIN ASPERSIUNE

Irigația prin aspersiune este o metodă relativ nouă care, în ultimii ani, s-a extins mult. În anul 1939, pe suprafața globului s-au irigat prin această metodă circa 100 000 ha, iar în anul 1960, suprafața irigată prin această metodă a fost de 2,5 milioane ha.

După ce numeroase analize economice și tehnice au arătat avantajele și dezavantajele acestei metode, agricultorii au adoptat-o cu ușurință. Congresul al IV-lea al Comisiei internaționale de irigații și drenaj de la Madrid (1960) a făcut o amplă analiză teoretică, practică și economică a acestei metode, iar Congresul al II-lea al cercetătorilor din agricultură (Roma, 1963) s-a ocupat îndeaproape de necesitatea și distribuirea apei la culturile agricole.

Metoda de irigație prin aspersiune se definește ca distribuirea apei prin pompare sub presiune 3—9 atmosfere unde, datorită vitezei cu care apa este aruncată în atmosferă, se transformă în picături și cade pe plantă și sol sub formă de ploaie, la distanțe variind cu presiunea și caracteristicile instalațiilor.

Din definiție se observă că apa este distribuită, pe cît posibil, asemănător cu apa din ploile naturale. Pentru realizarea unei pulverizări cît mai fine (picături mici) și o repartizare uniformă a apei pe suprafața terenului, este necesară o forță care să învingă echilibrul static al lichidului, să ridice apa la un anumit nivel, după care s-o împrăștie la suprafața solului, ceea ce reclamă un consum mare de energie. În țările producătoare de energie ieftină, problema este în parte rezolvată, pe cînd în țările în curs de dezvoltare se cer eforturi însemnate pentru extinderea aspersiunii.

În R. F. Germania datorită condițiilor pedologice (soluri ușoare) și potențialului industrial, irigația prin aspersiune constituie unica metodă recomandată.

În Franța, pe baza cercetărilor făcute, irigația prin aspersiune se extinde în ritm susținut. Japonia, țara cu teren frămîntat și sol subțire format în mare parte din cenușă vulcanică, extinde irigația prin aspersiune. În Portugalia, în special în nord-vestul țării unde condițiile de sol cer norme mici de udare, aspersiunea este metoda cea mai economică. În partea de sud însă, unde nu plouă 4—7 luni pe an și unde norma de irigație trebuie să fie mare, de ordinul a 5 000 m³/ha, aspersiunea este mai puțin apreciată. Irigația prin aspersiune, de tip semimobil, este cea mai răspîndită în agricultura Israelului. În țări ca R.F.S. Iugoslavia, R. P. Ungară și U.R.S.S. irigația prin aspersiune ocupă de asemenea un loc de seamă. În S.U.A. (1966) s-au irigat circa 17,9 milioane ha, din care 2,7 milioane ha prin aspersiune. Pînă în anul 1980, în *S.U.A.* se prevăd a se iriga 19,2 milioane ha.

Scanned with OKEN Scanner

În țara noastră, această metodă este folosită în mare măsură de către majoritatea întreprinderilor agricole. Peste 90% din suprafața irigată a țării este amenajată pentru irigarea prin aspersiune.

8.2. AVANTAJELE ȘI DEZAVANTAJELE IRIGAȚIEI PRIN ASPERSIUNE

Extinderea suprafețelor irigate prin aspersiune se datorează avantajelor de ordin tehnic, biologic și economic.

Avantajele de ordin tehnic sînt următoarele:

— se pot iriga terenurile frămîntate și cu pante peste 30%; cele cu apă freatică la mică adîncime și solurile al căror strat arabil este subțire;

— fenomenul de eroziune pe pante este mai redus față de irigația prin scurgere la suprafață;

— suprafața terenului amenajat pentru irigație nu se decopertează la adîncime mare, așa cum se întîmplă la irigația prin scurgere la suprafață;

— minimum de timp în amenajarea terenului pentru irigat;

— apele uzate se pot aera și utiliza mai bine de unele culturi decît în cazul scurgerii la suprafață;

— fertilizanții chimici și organici pot fi administrați simultan cu norma de udare. În R.F.Germania, pe terenuri foarte ușoare și sărace, prin acest mod de irigare s-au obținut în medie pe țară, 40—60 tone/ha sfeclă de zahăr.

Avantaje de ordin biologic se pot considera:

— contracarează efectul nefavorabil al căldurii, asupra fenomenului de fotosinteză, în zilele cu temperatură mare prin aplicarea udărilor de înviorare sau împrospătare;

— înlătură praful de pe frunze (care este destul de dăunător), prin udări de înviorare și asigură protecția antigel.

— realizează pentru unele plante producții mai mari decît în cazul irigării prin scurgere.

Avantajele de ordin economic:

— face economie de apă. La irigația unui hectar prin metoda scurgerii la suprafață, cu canale permanente și provizorii, deschise și neimpermeabilizate, se consumă 3 800—20 000 m³/ha, iar în cazul aspersiunii 4 000—4 500 m³/ha ca valori maxime și 1 800—2 000 m³/ha ca valori minime. Pe baza datelor experimentale obținute în mai multe țări se apreciază că numai cu 40% din norma de irigare a unui hectar irigat prin metoda scurgerii la suprafață, se poate iriga aceeași suprafață prin aspersiune;

— realizează economie de teren (cazul instalațiilor fixe);

— nu cere cadre calificate și datorită standardizării utilajului instruirea personalului se face ușor și repede;

— simplifică organizarea muncii.

Paralel cu avantajele enumerate, irigarea prin aspersiune are și o serie de neajunsuri, care în funcție de condițiile fiecărei țări anulează unele avantaje.

Dezavantajele, ca și avantajele, aspersiunii sînt de ordin tehnic, biologic și economic.

Scanned with OKEN Scanner

Dezavantajele de ordin tehnic:

— irigarea prin aspersiune în cerc sau sector de cerc este neuniformă;

— picăturile de ploaie tasează solul în stratul superior frînînd creşterea plantelor tinere;

— deplasarea conductelor la instalaţiile mobile după udare pe solurile argiloase se face foarte greu;

— pierderile prin evaporaţie sînt mari. În Spania, pierderea de apă prin evaporaţie ajunge la 25%. Cele mai mari pierderi se realizează la suprafaţa solului, la instalaţiile cu intensitate orară redusă ajungînd, în Algeria, la 60%.

Dezavantajele de ordin biologic:

— aspersiunea nu este indicată în livezile de pomi în perioada înfloritului şi nici la porumb în timpul polenizării;

— măreşte numărul de tratamente cu insecto-fungicide, deoarece tratamentul se repetă după fiecare udare.

Dezavantajele de ordin economic:

— introducerea şi aplicarea acestei metode cere, iniţial, investiţii mari. Cînd însă se fac amenajări în care apa este adusă fără pompări şi repompări, irigaţia prin aspersiune este mai economică decît irigarea prin scurgere. Exemplu în condiţiile din Italia şi Spania.

— nu sînt diferenţe semnificative de producţie faţă de metoda scurgerii la suprafaţă;

— are un consum specific de metal, mai mare pe unitatea de suprafaţă.

Pe baza acestor avantaje şi dezavantaje, în funcţie de condiţiile fiecărei ţări, se poate alege metoda cea mai economică. Se cer însă, în prealabil, studii şi cercetări agroeconomice pentru fiecare zonă a ţării.

8.3. CLASIFICAREA INSTALAŢIILOR DE IRIGAŢIE PRIN ASPERSIUNE

În funcţie de mobilitatea lor pe terenul de irigat, instalaţiile de aspersiune se împart în: fixe, mobile, semifixe, semimobile.

Instalaţia fixă. Toate părţile componente şi anume: staţia de pompare, conductele, aripile de udare, piesele anexe rămîn definitiv în poziţia în care au fost montate iniţial. Terenul are acoperire totală cu aripi de udare şi aspersoare (fig. 8.1).

Instalaţia mobilă. Captarea şi introducerea apei în reţea se face cu instalaţii fixe, iar aspersiunea apei pe cîmpul de irigat se realizează cu instalaţii mobile. Deplasamentul instalaţiei cerut de schema de lucru corespunzînd numărului de poziţii, permite o acoperire parţială cu aripi de udare a suprafeţei de irigat (fig. 8.2).

Instalaţia semifixă. Captarea şi aducţiunea apei se face cu instalaţii fixe. Aspersiunea apei se realizează cu instalaţii semifixe la care numărul de deplasări este inferior numărului de poziţii (fig. 8.3).

Instalaţia semimobilă Transportul apei de la sursă la sectorul de irigat se face prin conducte închise sub presiune. Executarea udării se realizează cu echipament mobil de aspersiune (aspersoare, conducte mobile, furtun flexibil) (fig. 8.4).

Scanned with OKEN Scanner

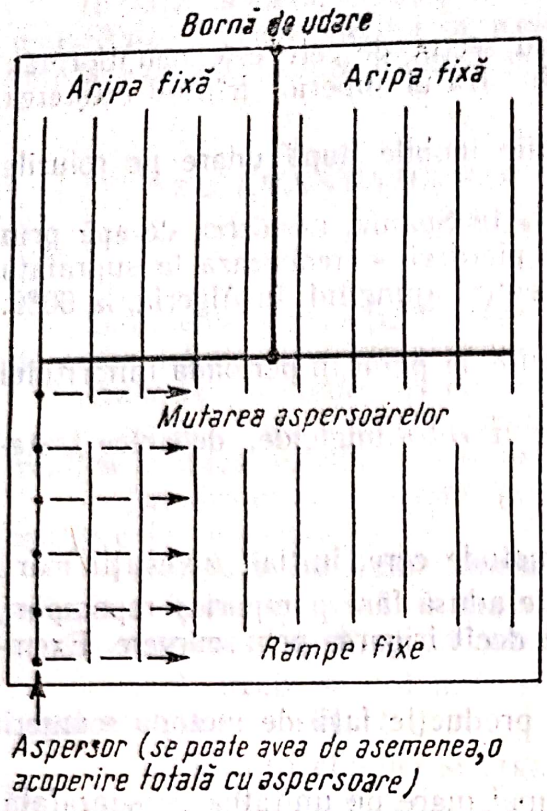


Fig. 8.1. Instalație de aspersiune fixă cu acoperire totală.

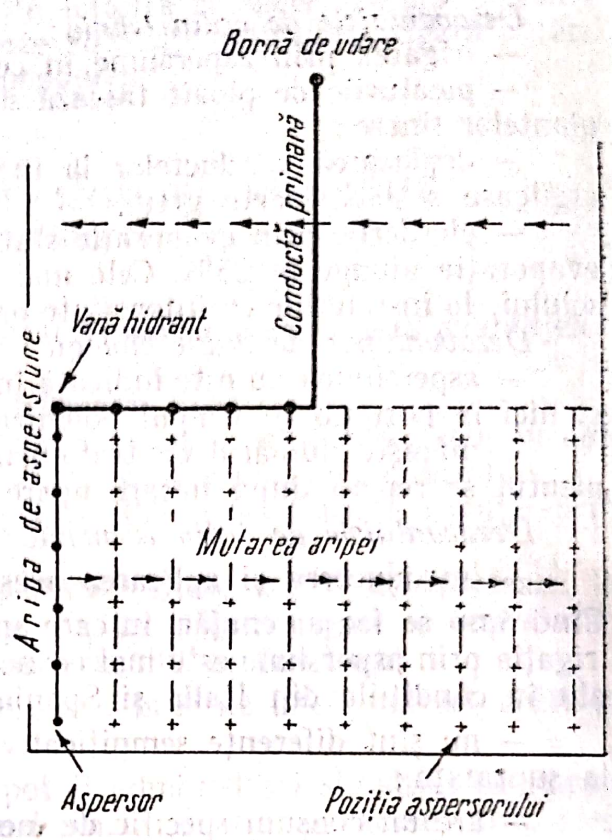


Fig. 8.2. Instalație mobilă.

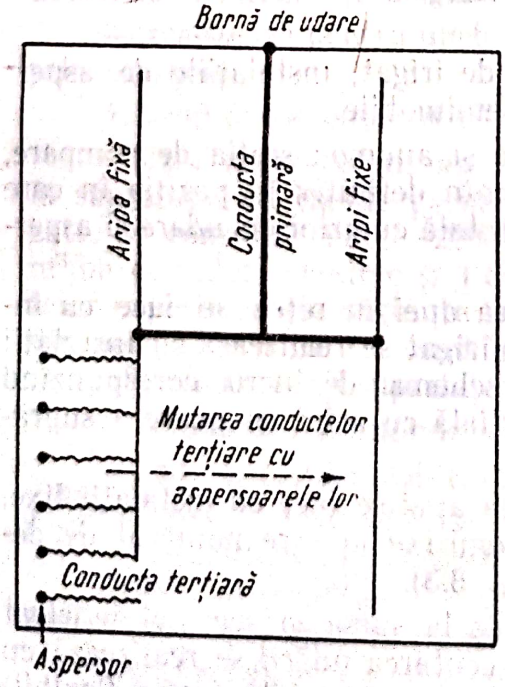


Fig. 8.3. Instalație semifixă.

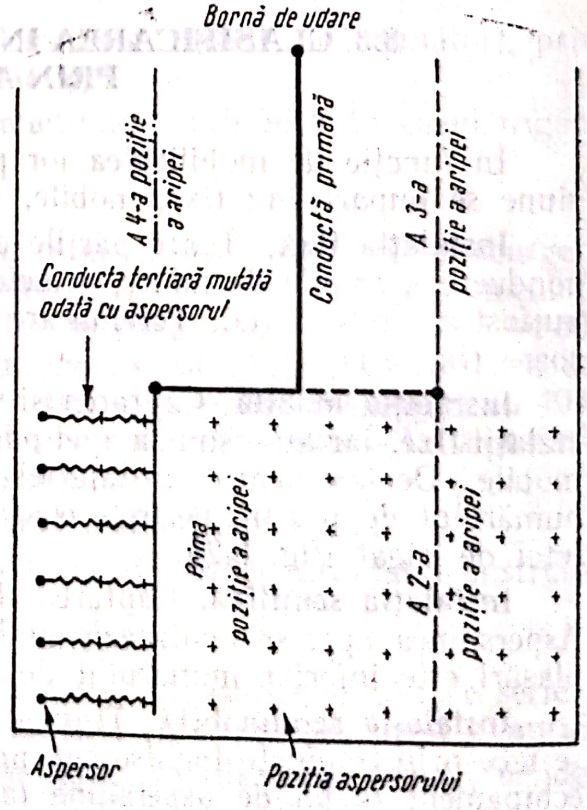


Fig. 8.4. Instalație semimobilă.

Scanned with OKEN Scanner

Sistemul de irigare prin aspersiune se compune din următoarele părți principale: stația de pompare, rețeaua de aducțiune, aripile de udare, aspersoarele, piesele anexe (accesorii).

Stația de pompare poate fi fixă și, de regulă, se compune din unul sau mai multe agregate de pompare, sau poate fi mobilă, cunoscută și sub numele de motopompă.

Rețeaua de aducțiune se compune din canale deschise și conducte îngropate. Unele sisteme au rețeaua numai din canale sau numai din conducte.

Aripile de udare se compun din tronsoane de conducte din metal ușor sau P.V.C., cu lungimea de 6—9 m. Toate tipurile de conducte sînt prevăzute cu cuplaje rapide. Conductele sînt de mai multe tipuri, dar importante sînt cele de legătură și de udare.

Conducta de legătură are rolul de a transporta apa de la agregatul de pompare la conducta de udare și se compune din tronsoane de conductă de 6 m, cu diametrul de 100—125 mm prevăzute cu sistem de cuplaj rapid.

Conducta de udare are rolul de a prelua apa din conducta de legătură și a o distribui la aspersoare. Se compune din tronsoane cu lungime de 6 m prevăzute cu cuplaje rapide.

Aspersoarele sînt dispozitive prin intermediul cărora se asigură pulverizarea și distribuirea apei pe terenul de irigat. Aspersoarele utilizate în prezent se clasifică după mai multe criterii:

a) după presiunea de lucru există: aspersoare de mică presiune (0,35—1 at), care au intensitate mare, picături mari și se folosesc pe solurile bine acoperite de vegetație; aspersoare de presiune moderată (1—2 at) care se folosesc la irigarea sub coroana pomilor; aspersoare de presiune intermediară (2—4 at); aspersoare de presiune mare (4—6 at).

b) după raza de stropire a jetului aspersoarele pot fi cu: rază mică (sub 20 m); rază medie (20—35 m); rază mare (35—50 m); rază foarte mare (50 m) — tipul *Pellizzari*.

c) după mobilitatea în timpul udării aspersorul este fie staționar, debitînd continuu în toate direcțiile, fie rotativ, udînd în sector de cerc și în cerc.

d) după numărul de jeturi există aspersoare cu un singur jet (o duză) și cu două jeturi (opuse sau de aceeași parte).

În țara noastră se folosesc multe din tipurile de aspersoare enumerate, în funcție de felul instalației și natura terenului.

— *Aspersorul cu șoc ASM* — poartă acest nume, deoarece concomitent cu repartizarea ploii, își asigură rotirea în jurul axului vertical, prin șocuri (izbituri) produse de o paletă spărgătoare de jet. Aspersorul are două jeturi, unul principal și unul secundar, cu o rază medie de lucru de 21,4—31,8 m. Paleta intră în jetul secundar sau jetul motor asigurînd pulverizarea șuvoiului de apă ce acoperă cu ploaie suprafața din jurul aspersorului. Ploaia obținută este grosieră. Acest tip de aspersoare nu se mai fabrică, dar se găsește încă în exploatare.

— *Aspersorul ASJ-1* — cu presiune intermediară, are trei mărimi de duze (5; 6; 7 mm). Funcționează la o presiune de 2,5 . . . 4,5 kgf/cm² cu un debit de 1,5—4 m³/h. Raza de stropire variază de la 16 pînă la 20 m.

— *Aspersorul cu șoc ASM-2* — cu 2 jeturi și cu următoarele mărimi de duze: 11+6,3 mm; 13+ 6,3 mm; 14,5+6,3 mm.

Scanned with OKEN Scanner

Raza de acțiune a aspersorului 28—34 m, iar debitul 12—22,3 m^3/h.

Piesele anexe ale unei instalații de aspersiune sînt formate din: conducte mobile cu racord pentru aspersor, coturi, teuri, cruci, dopuri, cuplaje rapide, racorduri de supapă și suporți de supapă, prelungitor pentru aspersor, stabilizator etc. Accesoriile enumerate sînt construite fie din oțel fie din aluminiu. O conductă de aluminiu cîntărește 1 kg/m, iar una din oțel pînă la 3 kg/m. În prezent, conductele din aluminiu sînt cele mai răspîndite și cele mai economice.

Pentru sistemele de irigație ce se vor proiecta în viitor, în R.S.România sînt prevăzute instalații mobile și semifixe. Tehnica actuală de irigație prin aspersiune a fost îmbunătățită substanțial în toate țările. Astfel, în Italia — D. C a v a z z a a propus și proiectat un agregat de pompare cu aspersor mobil dotat cu sistem de translație. În Anglia și S.U.A. s-au realizat instalații de aspersiune, așa-zise linii de ploaie, folosite pentru pășuni. Cea mai importantă caracteristică a acestei instalații este aceea că se mișcă prin forța hidraulică, astfel că aspersoarele odată montate pe cadru nu mai reclamă o nouă muncă pentru mînuirea lor și a conductelor de udare.

În S.U.A. se folosește cu mare randament pe nisipuri instalația autopropulsată cu pivot care poate iriga în cerc, în pătrat și în dreptunghi.

8.4. INDICII FUNCȚIONALI AI INSTALAȚIEI DE ASPERSIUNE, CALITATEA PLOII

Menținerea unui conținut optim de umiditate în sol, încît să se poată obține recolte mari, stă în centrul atenției tuturor cercetătorilor. Cantitatea de apă pe care o poate primi un sol depinde de capacitatea lui de reținere, cît și de nevoia de apă a plantelor. Toate cercetările cu privire la umiditate admit că forța de sucție a solului în timpul udării este variabilă; mai mare la începutul udării și mai mică spre sfîrșit, tinzînd spre anumite valori constante. Forța de sucție a solului pentru apă, raportată la timp, dă valori deosebit de utile pentru stabilirea intensității ploii și duratei de udare. Cu ajutorul aparatelor ce înregistrează umiditatea ușor cedabilă, se poate stabili și menține un nivel o p t i m de umiditate. Paralel cu descreșterea forței de sucție scade și viteza de infiltrație. Determinarea și cunoașterea infiltrației este o cerință obligatorie pentru stabilirea tipului de aspersor corespunzător solului de udat. Dinamica infiltrației pe solurile irigate prin aspersiune, se deosebește de dinamica infiltrației apei în aceleași soluri irigate prin scurgerea la suprafață, submersie. Deosebirea constă în aceea că la irigarea prin scurgere la suprafață, submersie, apa pătrunde în sol și prin forța hidrostatică a stratului de apă care acționează asupra porilor capilari și necapilari umplîndu-i — mai mult sau mai puțin. În acest caz, porii lucrează cu aproape întreaga secțiune.

La udarea prin aspersiune apa pătrunde în sol nu sub acțiunea presiunii hidrostatice a stratului de apă, ci, ca rezultat al potențialului gravitațional precum și al forței de sucție. În timpul aspersiunii se cere să nu se formeze bălți sau șiroaie.

Deci prin viteză de infiltrație la udarea prin aspersiune se înțelege cantitatea maximă de apă care pătrunde în sol pe unitatea de suprafață și în unitatea de timp, fără presiune hidrostatică. Efectul b a t a n t prin picăturile de ploaie contribuie la reducerea vitezei de infiltrație.

În fig. 8.5 se arată că pe măsura creșterii diametrului picăturilor, s-a redus viteza de infiltrație inițială, ajungînd pe un sol greu și la un diametru al picăturilor de apă de 2 mm, să scadă la jumătate.

Abramov dă pentru determinarea infiltrației în cazul aspersiunii, următoarea formulă:

$$I^n T = K \text{ adică } T = \frac{K}{I^n} \quad \text{(mm/minut)} \tag{8.1}$$

în care: I este intensitatea ploii (mm/minut); T — durata aspersiunii pînă la apariția bălților (minute); K și n — coeficient și exponent al ecuației.

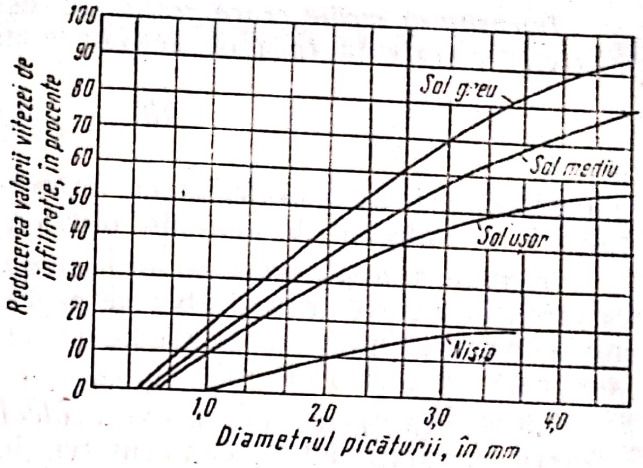


Fig. 8.5. Diagrama efectului batant la ploaia artificială asupra vitezei de infiltrație.

Formula 8.1 este asemănătoare cu cea a lui Kosteakov, specifică infiltrației sub presiune, putîndu-se transforma prin schimbarea direcției axelor de coordonate, în care caz, relația devine:

$$i_t = \frac{v_0}{t^r}, \tag{8.2}$$

unde: i_t este intensitatea ploii (mm/minut); t — durata ploii pînă la apariția bălților (minut); v_0 — viteza de infiltrație după primul minut; r — exponent care reflectă caracterul curbei pentru diferite soluri și condiții.

Calea cea mai sigură de determinare a infiltrației rămîne cea experimentală, prin folosirea aspersiunii și trasarea curbelor de infiltrație pentru fiecare caz în parte, pornind de la corelația care trebuie să existe între viteza de infiltrație și intensitatea ploii.

8.4.1. INTENSITATEA PLOII

Cantitatea de apă distribuită de un aspersor izolat în condiții de cîmp, în unitatea de timp, pe o anumită suprafață, poartă numele de intensitate. Acest indice de calitate se măsoară ca în meteorologie în mm/minut sau mm/oră:

$$Ih_t = \frac{Q\eta}{S} \cdot 10^3, \text{ (mm/h)} \tag{8.3}$$

în care: Ih_t este intensitatea medie orară teoretică; Q — debitul aspersorului, în m³/h; S — suprafața udată, în m²; η — randamentul ploii.

Agregatele și instalațiile ce udă în cerc și sector de cerc, pentru siguranța distribuirii apei pe întreaga suprafață sînt, prin construcție, proiectate să ude unele suprafețe de 2 ori și, ca urmare, intensitatea va avea valori deosebite în zonele secante. În funcție de acest criteriu specific aspersorului, deosebim:

Scanned with OKEN Scanner

Intensitatea medie orară reală; se determină direct cu ajutorul pluviometrelor plasate în raza de acțiune a unui aspersor după relația:

$$Ih_r = \frac{V}{S} \cdot 10, \text{ (mm/h)} \tag{8.4}$$

în care, Ih_r este intensitatea medie orară reală; S — suprafața pluviometrului, cm²; V — volumul de apă din pluviometru în cm³.

Intensitatea medie orară pe un aspersor (izolat) este diferită de cea realizată de aripa de udare. Intensitatea pe aspersor (izolat) include suprafața efectiv udată, pe cînd intensitatea medie pe aripa de udare include suprafețe care vor primi de 2 și 3 ori mai multă apă în zonele secante.

Intensitatea medie orară teoretică calculată pentru aripa de udare ia în considerare suprafața udată conform relației:

$$S = d_2 \cdot d_1 \cdot n, \text{ (m²)} \tag{8.5}$$

în care: S este suprafața în m²; d_2 — distanța între aripile de ploaie, în m; d_1 — distanța între aspersoare pe aripa de udare, în m; n — numărul de aspersoare.

Intensitatea medie orară teoretică (Ih_t) se va calcula după relația:

$$Ih_t = \frac{60 \cdot q \cdot \eta}{d_2 \cdot d_1 \cdot n}, \text{ (mm/minut)} \tag{8.6}$$

în care: q este debitul aripii de udare, în l/s; η — randamentul ploii în cîmp, 0,8 — 0,9.

Calcularea intensității orare teoretice, pe aripile de udare se poate efectua și prin majorarea intensității orare pe un aspersor izolat în funcție de așezare în felul următor:

a) în cazul așezării în pătrat

$$K = \frac{\text{sup. cerc}}{\text{sup. pătrat}} = \frac{\pi r^2}{2r^2} = 1{,}57 \tag{8.7}$$

b) în cazul așezării în triunghi:

$$K = \frac{\text{sup. cerc}}{\text{sup. hexagon}} = \frac{\pi r^2}{2{,}6\, r^2} = 1{,}20 \tag{8.8}$$

K este coeficientul cu care se majorează intensitatea orară teoretică pe un aspersor izolat.

Intensitatea medie orară reală (Ih_r) este întotdeauna mai mică decît cea teoretică (Ih_t). Diferența dintre ele reprezintă pierderea prin evaporare. Raportul cantitativ: $\frac{\text{Intensitatea medie orară reală}}{\text{Intensitatea medie orară teoretică}}$, reprezintă randamentul ploii (η) pentru o instalație dată.

Pierderea de apă în timpul aspersiunii este mai mult volumetrică și specifică sistemului de aducțiune, dar această pierdere are implicații favorabile asupra umezelii relative a aerului, care, în final pe ansamblul zonei irigate, conduce la reducerea (ET) și deci a normei de irigare.

Scanned with OKEN Scanner

În funcție de natura solului, numeroși autori susțin, că intensitatea medie orară admisă este:

— pentru
- soluri argiloase ..... 6 mm/h
- soluri mijlocii (lutoase) . 6 — 12 mm/h
- soluri ușoare (nisipoase) .. 30 mm/h

Cercetările efectuate în Italia au considerat că intensitatea medie orară nu este suficientă pentru alegerea tipului de aspersor, întrucît acest indice nu ține seama de viteza de rotație a aspersorului. S-a remarcat importanța vitezei de rotație a aspersorului și s-a introdus noțiunea de — *intensitate instantanee* — prin care se înțelege milimetri de ploaie realizată, la o rotație completă a aspersorului.

Intensitatea instantanee (*Is*) se calculează cu relația:

$$Is = \frac{q \cdot t \cdot \eta}{S}, \text{ (mm/rot)} \qquad (8.9)$$

în care: q este debitul aspersorului, (l/s); t — timpul în care se face rotirea completă a aspersorului, în secunde; S — suprafața udată, m²; η — randamentul ploii.

Intensitatea instantanee poate fi dedusă și din intensitatea medie orară (*Ih*) după formula:

$$Is = \frac{Ih}{n}, \text{ (mm/rot)} \qquad (8.10)$$

în care: n este numărul de rotații ale aspersorului pe oră.

Aspersoarele care au o intensitate instantanee redusă, realizează la o rotație a aspersorului o ploaie de circa 20 ori mai mică decît aspersoarele de presiune medie.

8.4.2. COEFICIENTUL DE INTENSITATE (P A G L I U C A)

Acest coeficient se determină din raportul:

$$C_i = \frac{v_f}{Is} \qquad (8.11)$$

unde:

C_i este coeficientul de intensitate; v_f — viteza de infiltrație a apei în sol, mm/minut; Is — intensitatea instantanee, mm/rotație.

Cînd C_i este 0,2 — 0,4 — intensitatea ploii corespunde solului; <0,2 — intensitatea ploii este mare, iar >0,4 — intensitatea ploii este prea mică.

Jetul scurt reduce la minimum efectul de bătătorire al solului. Cu cît un sol este mai puțin bătătorit de ploaie, cu atît infiltrarea apei se face mai ușor.

Scanned with OKEN Scanner

8.4.3. INDICELE PEDOLOGIC

Pentru că aspersoarele ce se construiesc și se utilizează nu satisfac întotdeauna calitatea irigației, s-a introdus noțiunea de indice pedologic I_p, care reprezintă produsul dintre intensitatea medie orară și intensitatea instantanee : $I_p = Ih \cdot Is$ sau înlocuind în formula 8.10, se obține :

$$Ip = Ih \cdot \frac{Ih}{n} = \frac{Ih^2}{n} \qquad (8.12)$$

La valori mici ale indicelui pedologic calitatea udării este mai bună.

Dacă pentru un sol argilos se admite $Ih = 5 - 6$ mm/h și $n = 60$ rot/oră, indicele pedologic minim va fi aproximativ de 0,4—0,6.

Pentru a se obține o irigare prin aspersiune cît mai eficace, se cere să se coordoneze just trei factori : mărimea normei de udare necesară culturii respective ; intensitatea ploii și durata de aspersiune fără apariția scurgerii.

Pe măsură ce panta terenului irigat crește, viteza de infiltrație se reduce procentual astfel :

— cu 20% pentru panta cuprinsă între 0,05—0,08 ;
— cu 40% pentru panta cuprinsă între 0,09—0,12 ;
— cu 60% pentru panta cuprinsă între 0,13—0,20 ;
— cu 70% pentru panta de peste 0,20.

8.4.4. PULVERIZAREA PLOII

Pentru aprecierea calității udării, nu este suficient să se urmărească numai (*Ih*) și (*Is*) ci și alți indici ca : finețea ploii și uniformitatea de stropire.

Finețea ploii se caracterizează prin gradul de pulverizare a jetului și mărimea picăturilor. Finețea ploii este scoasă în evidență și se stabilește în funcție de „indicele de putere" (*ip*) care este reprezentat prin raportul $\frac{r}{H}$ unde : r este raza de stropire în m ; H — presiunea apei în aspersor, în m.

În vid acest indice poate să ajungă la 2. În cazul aspersorului nu depășește în general 1,2. La aspersoarele cu jet mic rareori se poate depăși valoarea 0,8. Aceasta din cauza rezistenței constante a aerului și dimensiunii mici a jetului de apă.

G. Tanda a introdus noțiunea de coeficient de pulverizare (K_p) care reprezintă raportul dintre diametrul duzei (d) exprimat în mm și presiunea apei (H) exprimată în m H_2O.

$$K_p = \frac{d}{H} \qquad (8.13)$$

Coeficientul de pulverizare se poate calcula și cu relația :

$$\alpha = \frac{H}{d}$$

unde : α este coeficient de pulverizare ; H și d sînt cunoscute de relația (8.13)

În funcție de coeficientul (α) se pot distinge următoarele categorii de finețe ale ploii (tabel 8.1).

Ploaia fină este bună pentru culturile sensibile cum sînt florile și unele legume.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 8.1

Clasificarea finețiii ploii și coeficientul de pulverizare (C a z a c u E)

Felul ploii	$tp=\frac{r}{H}$	$\alpha=\frac{H}{d}$
—	0,75	4,0
Foarte fină	0,9	3,0
Fină	1,0	2,5
Semi-fină	1,10	2,0
Semi-grosieră	1,20	1,84
Grosieră	1,3	1,4 (nu se folosește)

Ploaia semigrosieră și grosieră se practică în culturile agricole de cîmp.

Pierderea de apă prin evaporare datorită coeficientului de pulverizare (α) se datorează înălțimii tijei aspersorului sau vitezei vîntului și umezelii aerului.

Tipul și modelul aspersorului nu influențează pierderea de apă.

8.4.5. UNIFORMITATEA STROPIRII

Este un indice foarte important în aprecierea calității udării pe terenurile irigate prin aspersiune. Între uniformitatea distribuirii apei pe unitatea de suprafață și finețea pulverizării ploii există un anumit paralelism, însă cea mai bună distribuție nu coincide cu pulverizarea optimă a apei.

Pentru calcularea uniformității și repartiției ploii se folosesc mai multe relații dar, mai importante sînt următoarele:

a) relația P u p p i n o $$U=\frac{H-\bar{X}}{\bar{X}} \qquad (8.14)$$

b) relația C h r i s t i a n s e n *J.E.* $$Cu=100\left(1-\frac{\Sigma(h-\bar{X})}{\bar{X}\cdot n}\right) \qquad (8.15)$$

sau $$Cu=100\left(1-\frac{\Sigma|a|}{\bar{X}\cdot n}\right)$$

c) relația P e r n è s P; $$Cu=100\left(\frac{ho}{\bar{X}}\cdot\frac{s}{S}\right) \qquad (8.16)$$

în care:

U este indice de uniformitate; Cu — coeficient de uniformitate; H — înălțimea maximă a ploii măsurată în pluviometre; $\bar{X}$ — înălțimea medie de ploaie măsurată în pluviometre pe suprafața supusă determinării; ho — înălțimea minimă de ploaie pe suprafața totală udată (S); h — înălțimea de ploaie măsurată în fiecare pluviometru; n — numărul pluviometrelor; s — fracțiunea din suprafața (S) care primește cel puțin 80% și cel mult 120% din $\bar{X}$; suprafața (s) reprezintă deci suprafața corect udată; a — suma absolută a abaterilor față de $\bar{X}$.

Scanned with OKEN Scanner

În relația lui Puppino considerînd că (H) tinde către medie ($\bar{X}$), ar însemna că o instalație ideală să aibă indicele de uniformitate zero sau cît mai mic posibil. În realitate un indice (U) mai mic de 0,45 exprimă o uniformitate satisfăcătoare.

În formula lui Christiansen, se apreciază uniformitatea stropirii într-un anumit punct, dar aceasta nu este satisfăcător. La o instalație bună coeficientul de uniformitate ar fi de dorit să fie 100%, ceea ce nu se realizează. O ploaie mai mică cu 20% decît media, pe anumite suprafețe nu aduce prejudicii importante creșterii plantelor și, datorită acestui fapt, se poate admite un coeficient de uniformitate ca satisfăcător, cînd este mai mare de 70%.

Prima cauză a neuniformității stropirii o reprezintă așezarea aspersoarelor pe teren și suprapunerea zonelor udate de aspersoarele învecinate. La așezarea în pătrat, cu distanța între aspersoare de ($R\sqrt{2}$) uniformitatea, după formula lui Christiansen este de 75—80%.

A doua cauză este vîntul; datorită faptului că vîntul nu are aceeași intensitate și direcție în timp, o corelație între aceasta și uniformitatea repartiției nu este posibilă. Coeficientul de uniformitate (Cu) se poate menține ridicat chiar și la viteze mai mari ale vîntului dar, numai prin micșorarea corespunzătoare a distanței între aspersoare, caz în care crește intensitatea ploii, fenomen contraindicat pe terenurile grele.

Pentru aspersorul A.S.J.-1, cînd vîntul bate cu viteză mai mare de 3 m/s coeficientul de uniformitate a stropirii (Cu) are valori cuprinse între 4—39%. Cu cît diametrul duzei este mai mic cu atît jetul de apă va fi mai mult sub influența vîntului. În sistemul de irigație Calafat—Băilești cercetările executate de I.C. Popescu (1970) au arătat că în zilele cu vînt mai mare de 3 m/s aspersorul ASJ-1 funcționînd în schema 24/24 m, 18/18 m, 12/12 m a realizat o udare total neuniformă.

În Cîmpia Dunării, frecvența intensității vîntului mai mare de 1,8 m/s, în procente, variază între 30—84%. S-a observat că perioadele de calm sau cu tăria vîntului sub 2 m/s sînt mai frecvente pe timpul serii sau dimineții. Irigarea prin aspersiune trebuie organizată cu precădere în acest timp (tabel 8.2).

Pentru a se înlătura efectul negativ al vîntului se fac următoarele operații: orientarea aripilor de udare perpendicular pe direcția vîntului, modificarea diametrului duzelor (diametru mai mare); micșorarea distanțelor dintre aspersoare.

Vîntul modifică direcția și lungimea jetului și în funcție de înălțimea suporților prelungitori ai aspersoarelor. În zonele unde viteza vîntului este mică, sub 2 m/s, înălțimea suporților este mai puțin importantă. Pentru vînturi moderate, spre puternice, înălțimea suporților trebuie să fie circa 450—600 mm, peste înălțimea normală a culturilor (tabel 8.3).

Eficiența udării prin aspersiune se exprimă prin produsul de apă căzut pe sol (sau frunze) și coeficientul de uniformitate (Cu).

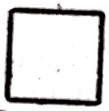
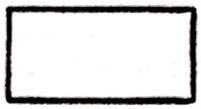
Dacă se apreciază 95% apă căzută pe sol și 75% coeficient de uniformitate (Cu) eficiența udării (Ea) va fi de 71,25%.

Cercetările lui Schwalen (1960) și Frost (1963) demonstrează că pierderile de apă prin evaporare la aplicarea aspersiunii sînt dependente de gradul de acoperire al solului, presiune și condițiile climatice. Solul neacoperit determină pierderi aproape duble față de cel acoperit de cultură. Udarea de noapte reduce pierderile pe solul neacoperit. Pierderea de apă prin evapo-

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 8.2

Distanța între aspersoare în funcție de vînt (E. Cazacu)

Schema la așezarea aspersorului	Viteza vîntului, în m/s	Distanța între aspersoare
	fără vînt 2	65% din diametrul stropit 60% din diametrul stropit
	3,5 3,5	50% „ „ „ 30% „ „ „
	fără vînt 2 3,5 3,5	75% „ „ „ 70% „ „ „ 60% „ „ „ 35% „ „ „

TABELUL 8.3

Coeficientul de uniformitate *(Cu)* **în funcție de înălțimea suporților aspersoarelor la un debit (q) de 2,7 m³/h** (H. P. Claude)

	Comparerea suporților de înălțimi (mm)		
	150–600	150–600	600–1 200
Cu mediu, %	64–75	74–79	79–83
Diferența, *Cu* %	11	5	4
Viteza medie vînt, m/s	6	4	3,5
Domeniul vitezei, m/s	5,5–8,5	2–5,5	3–4,5
Număr de determinări	12	24	24

rare ajunge pînă la 16% în cazul aspersiunii cu ploaie fină, la temperatură ridicată și vînt de peste 4 m/s. Studiile aceluiași cercetător dovedesc că evaporarea la suprafața solului neacoperit în timpul aspersiunii egalează pierderea prin evaporarea din jet. Pierderea prin evaporare la suprafața plantei, în timpul aspersiunii, este egală cu (*ET*) ce ar avea loc dacă plantele nu ar fi fost stropite. Astfel, evaporarea de la suprafața plantelor ude, nu este o pierdere netă la aspersiune.

Un indicator general prin care se exprimă eficiența udării este coeficientul de eficiență (C_e) care se calculează cu relația :

$$C_e = 0{,}5 \cdot \frac{C_u}{2}, \qquad (8.17)$$

unde: C_u este coeficientul de uniformitate Christiansen exprimat fracționar.

8.4.6. DETERMINAREA INTENSITĂȚII DE APLICARE A APEI

Presupunem că s-a ales un aspersor cu o intensitate mai mică decît viteza de infiltrare a apei în sol ; prin suprapunerile jeturilor în zonele secante, intensitatea de aplicare a apei va fi mai mare decît intensitatea medie a unui as-

Scanned with OKEN Scanner

persor izolat, motiv care reclamă verificarea intensității de aplicare. În acest scop se consideră că debitul unui aspersor este distribuit pe o suprafață rectangulară egală cu distanța dintre aspersoare (d_1) și distanța dintre aripi (d_2).

Relația pentru aflarea intensității de aplicare a apei este:

$$I_a = \frac{q_a \cdot 10^3 \eta}{d_1 \cdot d_2}, \text{ (mm/h)} \qquad (8.18)$$

unde: I_a este intensitatea de aplicare; q_a — debitul aspersorului, în m³/h; η — randamentul ploii în cîmp, 0,85 — 0,9; d_1 și d_2 — elementele schemei de udare, în m.

8.5. ORGANIZAREA UDĂRII PRIN ASPERSIUNE

Un sistem de irigație trebuie să facă față necesităților de apă ale ansamblului culturilor irigate în timpul perioadei cu cerință de vîrf. Debitul instantaneu susceptibil de a aduce în timpul acestei perioade volumul de apă potrivit, va fi cu atît mai mare, cu cît numărul de ore de funcționare al instalației de udare va fi mai mic. Pe de altă parte, pentru același debit, numărul aspersoarelor și lungimea aripilor vor fi cu atît mai mari, cu cît pluviometria va fi mai redusă. Aceasta ar însemna să irigăm în perioadele de vîrf, timp de 24 ore zilnic cu pluviometrie pe cît posibil apropiată de maximul admisibil.

Irigarea de noapte complică însă fenomenul pentru instalațiile mobile, în sensul că se mută încet și incomod. Supraveghetorul automat de noapte amendează acest neajuns.

Pentru realizarea unei ploi corespunzătoare, se cere o bună organizare a lucrului care trebuie să aibă în vedere caracteristicile tehnice ale instalației de aspersiune folosită, precum și condițiile naturale în care are loc udarea, adică intensitatea vîntului, panta terenului și infiltrația.

Avînd în vedere toate acestea, reiese că stabilirea punctelor de pe teren unde vor funcționa aspersoarele, apoi succesiunea pozițiilor aripilor de udare, în timpul irigării, vor fi calculate în prealabil.

8.6. DIMENSIONAREA INSTALAȚIILOR DE IRIGARE, ORGANIZAREA UDĂRII

Modul de calcul și de amplasare al instalațiilor de udare într-o unitate agricolă este condiționat de tipul rețelei de aducțiune — canale deschise sau conductele îngropate — și de parametrii constructivi ai instalației.

Dimensionarea instalațiilor mobile ce funcționează pe canale deschise. Elementele ce interesează în succesiune sînt:

a) distribuitorul de sector; amplasarea planimetrică a acestui ultim element al rețelei fixe de irigație (canal sau jghiab) se face paralel la distanța ($dCDS$, în m) impusă de schema de udare ce se adoptă, conform fig. 8.6 și relației:

$$dCDS = 2\ L_u, \qquad (8.19)$$

Scanned with OKEN Scanner

unde : d este distanța între două CDS ; L_u — lungimea de udare a aripii de udare, în m și se află din :

$$L_u=(n_a-1)\,d_1+\frac{d_1}{2}\,,\ (\text{m}) \qquad (8.20)$$

unde : n_a este numărul de aspersoare pe aripă ; d_1 — distanța dintre aspersoare pe aripă, în m.

Determinarea debitului pe canalul distribuitor de sector (CDS) se face în funcție de : suprafața deservită, tipul agregatului de aspersiune, schema de udare adoptată și norma de udare calculată.

Între suprafața ce trebuie irigată într-o zi de la un (CDS), în ha și numărul de agregate (N agr.) care funcționează simultan pe un distribuitor de sector, există o relație de tipul :

$$s\,CDS=\frac{S\,CDS}{t} \qquad (8.21)$$

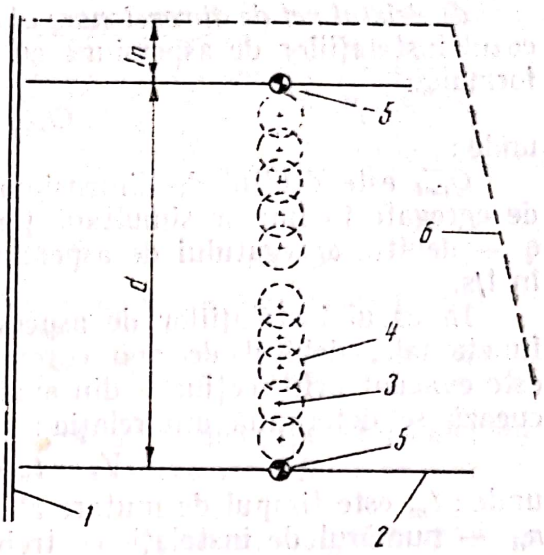


Fig. 8.6. Schema de amplasare a canalelor deschise la irigația prin aspersiune.

1 — canal de ordin superior ; 2 — canal distribuitor de sector ; 3 — aspersoare ; 4 — suprafața udată de un aspersor ; 5 — grup de pompare ; 6 — limita suprafeței ; d — distanța dintre canale ; ln — lungimea aripei de udare.

în care : $S\,CDS$ este suprafața totală deservită de CDS ; $s\,CDS$ —suprafața deservită de CDS, într-o zi ; t — timpul în care se aplică udarea (pentru suprafețe mici, de 30 ha, în două zile).

b) numărul de agregate (Nagr.) ce vor funcționa pe un canal distribuitor de sector, se determină din relația :

$$N_{agr.}=\frac{s\,CDS}{s'}\,, \qquad (8.22)$$

unde : s' este suprafața udată într-o zi de un agregat de aspersiune și se află din :

$$s'=n_c\cdot S_p, \qquad (8.23)$$

unde : n_c este numărul de cicluri într-o zi ; S_p — suprafața udată pe o poziție.

c) tipul instalației de aspersiune. În condițiile actuale se cunosc două tipuri de instalații :

— cu aripă în rezervă, în care caz instalația de aspersiune are 2 aripi de udare (una în lucru, alta în așteptare) ;

— cu aripi simple, în care caz instalația are un rînd de aripi și toate în funcțiune. După aplicarea normei de udare se oprește funcționarea instalației o perioadă de timp echivalentă cu cea necesară mutării aripilor dintr-o poziție în alta.

Alegerea instalației de udare cu aripi simple sau cu aripă în rezervă se face în raport de economie.

La udarea cu norme de 500—800 m³/ha și intensități de 6—8 mm/h, se alege instalația cu aripi simple. Pentru intensități mai mari de ploaie, se aleg instalații de aspersiune cu aripă în rezervă.

Scanned with OKEN Scanner

d) debitul net de dimensionare al canalului distribuitor de sector, în l/s. Pentru cazul instalațiilor de aspersiune cu aripi de rezervă, debitul se determină cu formula:

$$Q_{net}\ CDS = N_{agr.}\ q + p \qquad (8.24)$$

unde:

Q_{net} este debitul de dimensionare al canalului, în l/s; $N_{agr.}$ — numărul de agregate în funcție simultană pe canalul al cărui debit net se calculează; q — debitul agregatului de aspersiune, l/s; p — pierderile de apă pe canal, în l/s.

În cazul instalațiilor de aspersiune cu aripi simple, în timpul opririlor funcționale, debitul de apă corespunzător agregatelor ce nu funcționează este evacuat prin secțiunea din aval. Volumul de apă (V_1 în m³/zi) ce se evacuează se determină din relația:

$$V_1 = t_m \cdot n_c \cdot (n_a - 1) \cdot q_{agr.} \qquad (8.25)$$

unde: t_m este timpul de mutare al instalației dintr-o poziție în alta (în ore); n_a — numărul de instalații ce trebuie să funcționeze pe canal pentru realizarea udării în timpul planificat; $q_{agr.}$ — debitul unui agregat în m³/h; n_c — numărul de cicluri într-o zi.

Volumul de apă (V_1) se mai recomandă să fie preluat de ultimul agregat care va fi prevăzut cu funcționare continuă.

Volumul de apă consumat zilnic, cu ultimul agregat în funcționare continuă (V_2 în m³/zi) se calculează cu formula:

$$V_2 = t_f \cdot n_c \cdot q_{agr.} \qquad (8.26)$$

unde: t_f este timpul de funcționare într-o poziție (în ore); n_c — numărul de cicluri pe zi; $q_{agr.}$ — debitul agregatului (în m³/h).

Cumulînd cele prezentate în relația 8.25 și 8.26 se observă că debitul net al canalului distribuitor de sector (*CDS*) se mărește conform relației:

$$Q_{net}\ CDS = (n_a - 1)\ q_{agr.} + \frac{V_2 - V_1}{T}$$

unde:

T este timpul de funcționare zilnic al stației de pompare, în ore.

8.7. SCHEME FUNCȚIONALE

Schemele funcționale la instalațiile mobile. Primele amenajări de irigație prin aspersiune, din țara noastră, s-au proiectat și executat cu aducțiunea apei prin canale deschise. Apa necesară culturilor s-a ridicat din canale și aspersat cu diferite tipuri de agregate.

Cel mai răspîndit a fost *agregatul de pompare APT-4M echipat cu 2 aripi* de udare (una în lucru și alta în așteptare) (fig. 8.7).

Caracteristicile acestei scheme funcționale sînt: debitul de pompare 108 m³/ha, numărul de aspersoare 4, lungimea conductei de legătură — 50 m, lungimea constructivă a aripii de udare — 162 m, lungimea de udare — 180 m, tipul — aspersoare *ASM*.

Agregatul de pompare APT-4M echipat cu asemenea aripi de udare are viteză redusă de lucru, dar treptat s-a modernizat.

Agregatul de pompare APT-4M echipat cu 4 aripi de udare și toate în funcțiune. Agregatul este dotat cu aspersoare de tipul *ASJ*-1 (fig. 8.8). Carac-

Scanned with OKEN Scanner

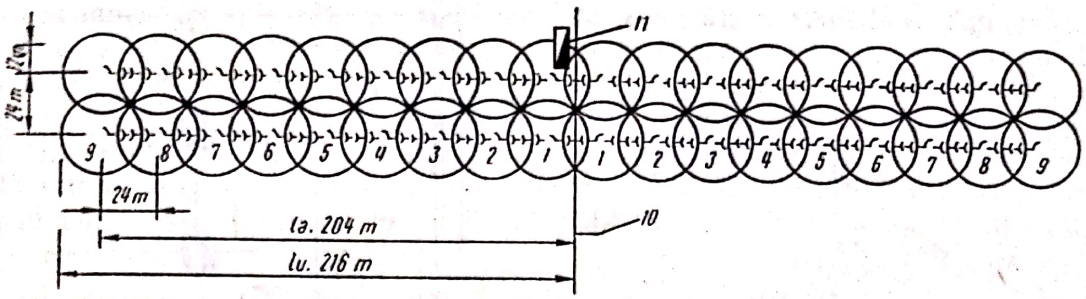


Fig. 8.7. Schema instalației mobile, în desfășurare, ce funcționează pe canale deschise (metoda clasică) :
1 ... 9 — aspersoare ; *10* — canal de alimentare ; *11* — agregat de pompare ; *la* — lungimea constructivă a aripei de udare ; *lu* — lungimea de udare.

teristicile funcționale : debitul de pompare — 160 m³/h, distanța între canalele de alimentare — 432 m, patru aripi de udare cu 9 aspersoare *ASJ*-1 pe o aripă de udare.

Instalația de aspersiune cu conductă mobilă de legătură, lungă de 252 m și agregat APT-4M. Pentru a se ridica viteza de lucru s-a mărit conducta de legătură (cu diametrul de 150 mm), pînă la 252 m. Agregatul se deplasează pe canalul de alimentare și irigă dintr-o poziție suprafața de 33,18 ha (fig. 8.9).

Distanța între canalele de alimentare este 576 m. Numărul de aspersoare pe aripa de udare este de 12. Lungimea aripii de udare cînd aspersoarele sînt așezate în schema 24/24 m, este de 288 m.

Timpul de staționare într-un amplasament este de 6 zile cu funcționare 20 ore/zi. Într-un ciclu de udare de 12 zile agregatul urmează să fie mutat în două amplasamente I și II (fig. 8.9).

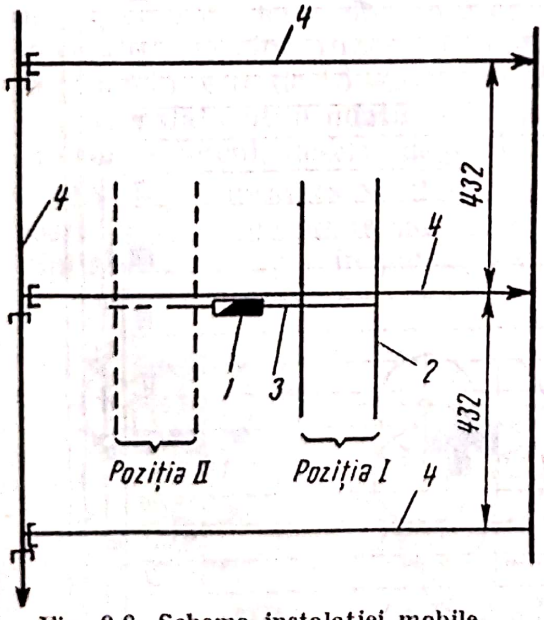


Fig. 8.8. Schema instalației mobile de irigație :
1 — agregat mobil de udare ; *2* — aripă de udare ; *3* — conducta de legătură ; *4* — canal de alimentare.

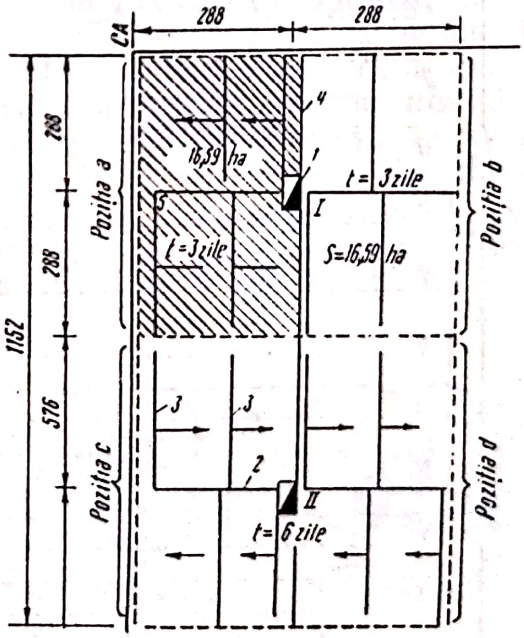


Fig. 8.9. Schema instalației de aspersiune semimobilă cu conductă de legătură lungă de 252 m :
1 — agregat mobil de udare ; *2* — conducta de legătură ; *3* — aripă de udare ; *4* — canal de alimentare ; I, II — amplasamentul agregatului ; C.A. — canal de alimentare.

Scanned with OKEN Scanner

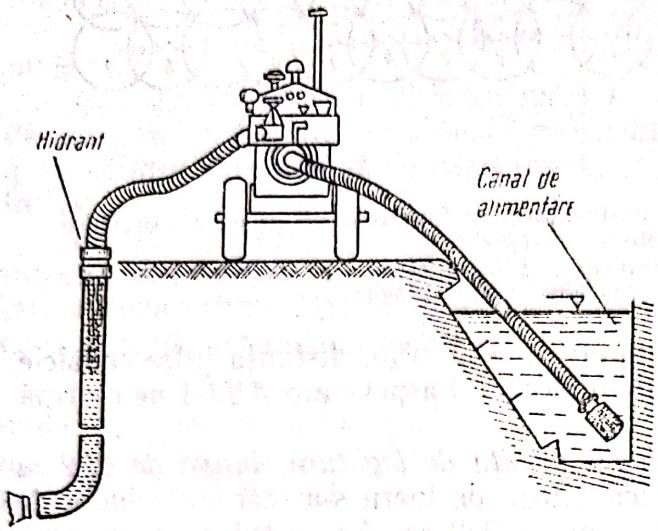


Fig. 8.10. Racordarea agregatului semifix la hidrantul de cap al antenei de azbociment.

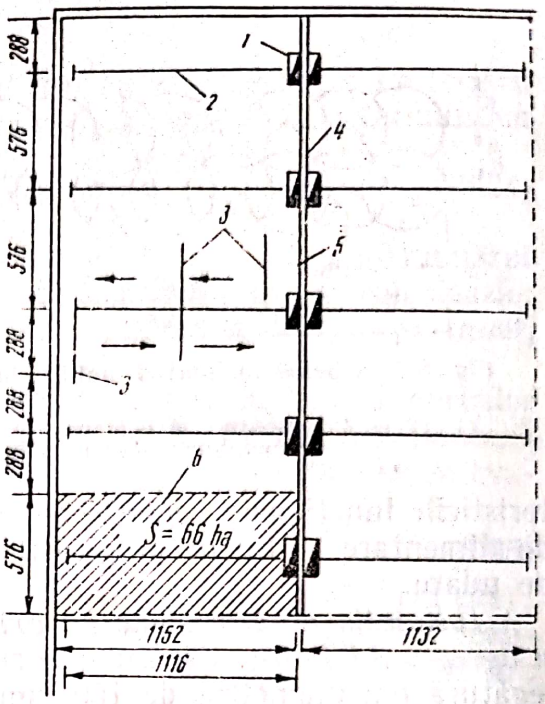


Fig. 8.11. Schema instalației de aspersiune cu conductă îngropată, lungă de 1 116 m:

1 — agregat semifix; 2 — antenă de azbociment; 3 — aripa de udare; 4 — canal de alimentare; 5 — drum de exploatare; 6 — suprafața deservită de agregat în perioada de vegetație.

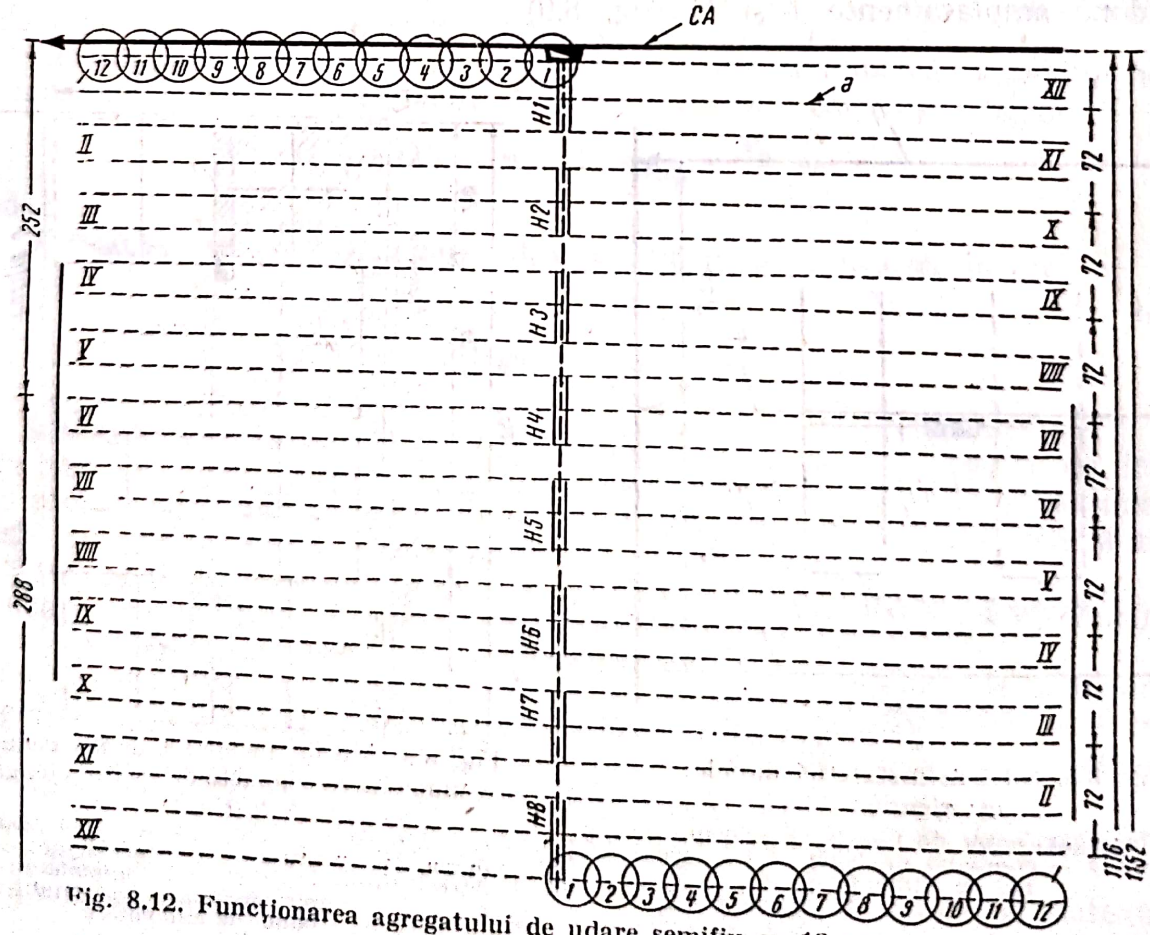


Fig. 8.12. Funcționarea agregatului de udare semifix cu 12 aspersoare pe aripa de udare.

II, III ... XII — zilele de udare; $H_1 \ldots H_{16}$ — hidrant; 1—12 — aspersoare; a — aripa de udare; CA — canal de alimentare.

Schema funcțională a instalației de aspersiune semifixă. Agregatul de pompare. A.*P.T.*-50/60 funcționează în această schemă pe o conductă îngropată — antenă (fig. 8.10). În cadrul acestei scheme, conducta de legătură mobilă, care era la suprafață, a fost abandonată și s-a înlocuit cu o conductă din azbociment, îngropată în sol. Lungimea acestei conducte (antenă de udare) este de 1 116 m și pe ea sînt fixați 16 hidranți pentru cuplarea aripilor de udare. Agregatul ridică apa dintr-un canal de alimentare și o introduce într-un hidrant.

Distanța între canalele de alimentare este de 2 304 m și fiecare agregat are 4 aripi de udare a 12 aspersoare pe aripă. (fig. 8.11).

În fig. 8.12 se prezintă schema de desfășurare a aripilor de udare la instalații de aspersiune semifixe.

8.8. AȘEZAREA ASPERSOARELOR

Operația de plasare a aspersoarelor pe două aripi de udare succesive se execută de regulă în funcție de instalație și de condițiile meteorologice (vînt sau calm) și admițînd condiția rezultată din practică, de dispunere la cel mult 75% din diametrul udat. În principiu, aspersoarele se așază în trei forme: în pătrat, în triunghi și în dreptunghi.

Prin poziția reciprocă a aspersoarelor pe două poziții consecutive ale aripii de udare se obțin una din figurile: pătrat, triunghi sau dreptunghi.

La *așezarea în pătrat*, secțiunile din suprafețele circulare udate de două și trei ori de jetul aspersoarelor vecine, sînt mai mari decît la așezarea în triunghi, ceea ce determină ca așezarea în pătrat a aspersoarelor să fie folosită în condiții de vînt. Procentul suprafețelor udate de două și trei ori, la schema în triunghi, este de 15—20%, pe cînd la așezarea în pătrat este de circa 33%.

Suprafața utilă udată de un aspersor la așezarea în pătrat este un pătrat înscris în cercul, descris de jetul aspersorului. În acest caz, latura pătratului = $= R\sqrt{2}$, iar suprafața $S=2\cdot R^2$. La această așezare, distanța dintre două aspersoare pe aripa de udare sau între aripi este egală cu latura pătratului. Viteza vîntului la așezarea în pătrat poate varia de la 1,5—3 m/s (fig. 8.13).

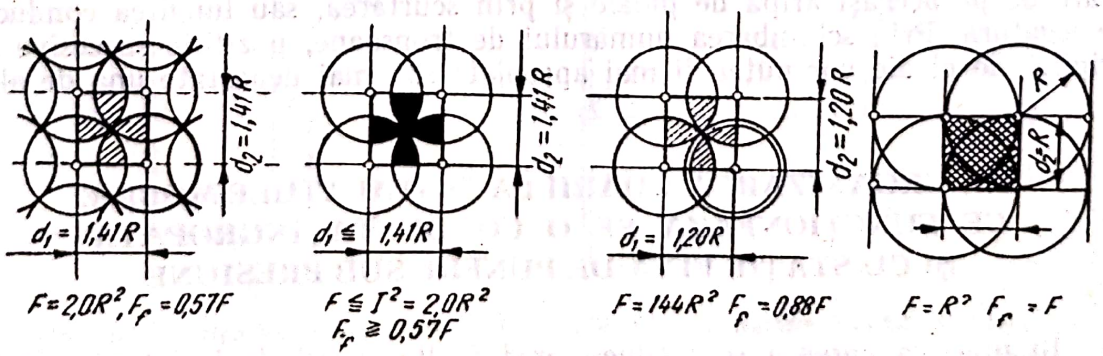


Fig. 8.13. Schema de așezare a aspersoarelor în pătrat:

R — raza de stropire; d_1 — distanța între aspersoare; d_2 — distanța între aripile de udare; F — suprafața udată ce revine unui aspersor; F_f — suprafața udată de mai multe ori.

Scanned with OKEN Scanner

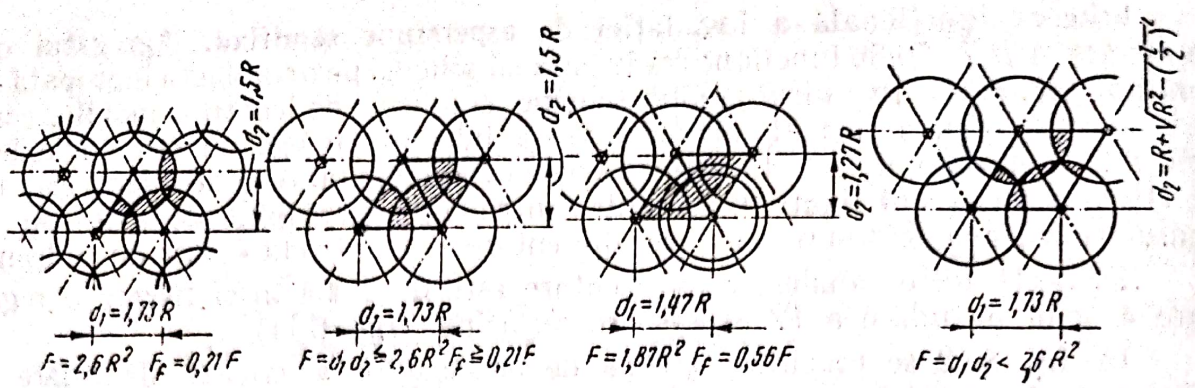


Fig. 8.14. Schema de așezare a aspersoarelor în triunghi.

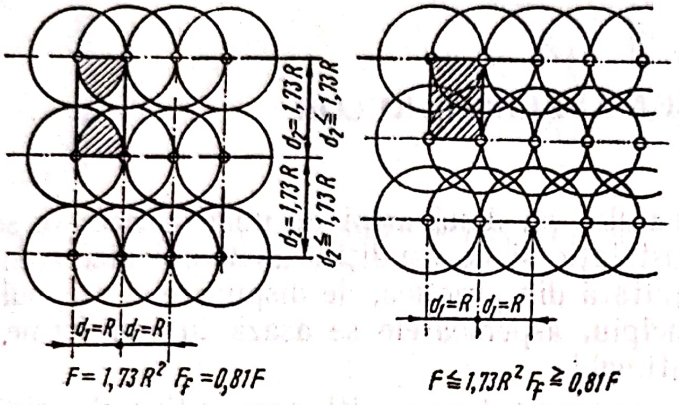


Fig. 8.15. Schema de așezare a aspersoarelor în dreptunghi.

La *așezarea în triunghi*, suprafața utilă udată este un hexagon înscris în cercul descris de jetul aspersorului. Latura hexagonului este $l=R$, iar suprafața, $S=2,6\ R^2$. La această așezare distanța dintre 2 aspersoare de pe aceeași aripă este $d_1=R\sqrt{3}$ iar distanța dintre 2 aripi de udare este $d_2=1,5\ R$. Viteza vîntului la această așezare poate fi de 1,5—2 m/s (fig. 8.14).

Așezarea în dreptunghi se practică în zonele unde viteza vîntului este mai mare de 3 m/s, pe direcția de așezare a aripilor de udare (fig. 8.15) după relația :

$$d_1=d_2\pm 6\ \text{m} \qquad (8.27)$$

Amplasarea aspersoarelor pe teren în diferite variante ale schemei de așezare se face prin schimbarea numărului de țevi (tronsoane) între 2 aspersoare de pe aceeași aripă de ploaie și prin scurtarea, sau lungirea conductei de legătură. Prin schimbarea numărului de tronsoane, pozițiile succesive ale aripilor de ploaie vor putea fi mai apropiate sau mai depărtate una de alta.

8.9. ORGANIZAREA UDĂRII LA INSTALAȚIILE MOBILE CE FUNCȚIONEAZĂ PE O CONDUCTĂ ÎNGROPATĂ ȘI CU STAȚIE FIXĂ DE PUNERE SUB PRESIUNE

În practica curentă se întîlnesc mai multe tipuri de instalații mobile. Cele mai frecvente sînt cele denumite aripi de udare.

Acest tip de instalații mobile se racordează la rețeaua de conducte fixe printr-un branșament.

Scanned with OKEN Scanner

Conducta de legătură este paralelă cu conducta îngropată (antena de udare), iar aripa de udare perpendiculară pe ea (fig. 8.16)

Alt tip de instalaţie este de felul celei din fig. 8.17. În acest caz, din conducta îngropată apa este trimisă într-o conductă principală la care sînt cuplate aripile de udare. Conducta principală de udare poate fi :

— semimobilă, în care caz se montează la începutul perioadei de vegetaţie şi se menţine în aceeaşi poziţie pînă la terminarea campaniei de irigaţie cînd se demontează ;

— mobilă, cînd în timpul perioadei de vegetaţie se mută pe două sau mai multe poziţii.

În cazul că se mută conducta principală al cărei diametru este de 150—175 mm, se ivesc dificultăţi în manipulare, încît este necesar la tipul de instalaţie cu conducta principală mobilă sau semimobilă să se prevadă la distanţa de 400 m un drum de exploatare pentru montarea, demontarea şi transportul acestor conducte.

Avantajul acestui tip prevăzut în fig. 8.17, constă în faptul că se măreşte distanţa dintre conductele îngropate.

În cazul tipului de instalaţie cu aripi de udare din fig. 8.16, numărul aripilor de udare ale unei instalaţii poate fi 1—4. La tipul cu aripi simple, ciclul unei mutări este dat de relaţia :

$$T_c = t_f + t_m + t_{sv} = t_s + t_m, \qquad (8.28)$$

unde : t_f este timpul de funcţionare într-o poziţie (ore) ; t_m — timpul de mutare al conductelor dintr-o poziţie în alta (ore) ; t_{sv} — timpul de uscare — svîntare, respectiv timpul după care este admisă intrarea pe suprafaţa udată fără deteriorarea solului şi culturii (ore) ;

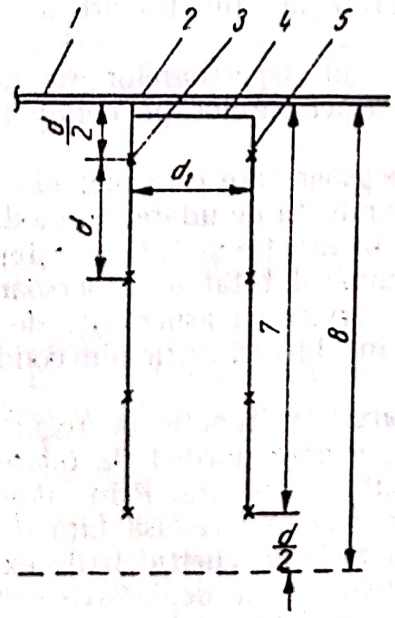


Fig. 8.16. Aripa de udare : 1 — conductă îngropată ; 2 — hidrant ; 3 — aripă de udare ; 4 — conductă de legătură ; 5 — aspersor ; 7 — lungimea conductei ; 8 — lungimea de udare.

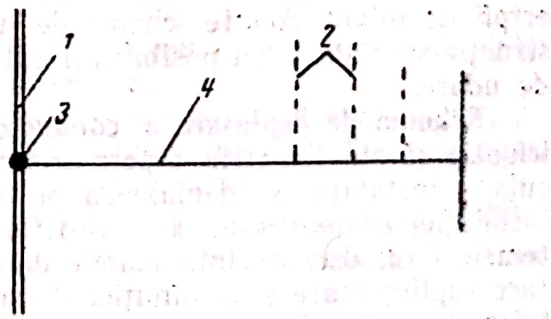


Fig. 8.17. Instalaţie mobilă de udare : 1 — conductă îngropată ; 2 — aripa de udare ; 3 — hidrant ; 4 — conductă principală semimobilă.

Scanned with OKEN Scanner

$t_s = t_f + t_{sv}$ este timpul de staționare într-o poziție; T_c — timpul unui ciclu în ore.

Tipul instalației cu aripă simplă are dezavantajul că grăbește intrarea pe terenul umezit.

Timpul în care aripa simplă este în lucru se poate reduce prin coeficientul ηT micșorîndu-se corespunzător și suprafața deservită.

$$\eta T = \frac{t_f}{T_c}, \tag{8.29}$$

unde: T este coeficientul de folosire a fondului de timp; în general pentru valori ale lui ηT mai mici de 0,65-0,80 se recomandă adoptarea de aripi duble.

Schema de amplasare a instalațiilor. La aducțiunea cu conducte îngropate se disting două scheme de amplasare:

— amplasarea perpendiculară pe conducta îngropată, specifică tipului de instalație cu aripi de udare, fig. 8.16;

— amplasarea paralelă cu conducta îngropată, practicată în cazul tipului de instalație cu conducta principală perpendiculară pe cea îngropată, fig. 8.17.

La culturile prășitoare, direcția rîndurilor se cere să fie paralelă cu direcția de amplasare a aripilor de udare ceea ce duce la orientarea rîndurilor perpendicular în cazul schemei din fig. 8.16 sau paralel față de conductele îngropate specific cazului din fig. 8.17. Pe terenurile în pantă cu orientarea rîndurilor paralel cu curba de nivel, amplasarea conductelor de udare se va face după aceeași orientare, adică urmărind curba de nivel.

Funcționarea aspersoarelor pe conducta de udare. Schema instalației fiind stabilită, urmează ca pe conductele de udare să se cupleze aspersoarele ce vor executa udarea culturii respective. Pentru a se obține o udare corespunzătoare calitativ, obișnuit se practică două variante de funcționare a aspersoarelor:

— cu funcționare simultană, unde numărul aspersoarelor în funcție este egal cu numărul pozițiilor de cuplare a aspersoarelor pe conducta de udare;

— cu funcționare alternă, unde numărul de aspersoare este mai mic decît numărul orificiilor de deschidere prevăzute pe conducta de udare. În mod obișnuit, 1/2 din numărul total de aspersoare sînt în funcție și 1/2 în așteptare. Sînt și scheme care utilizează 1/4—1/5 din numărul total de aspersoare ale aripii de udare. Aceste scheme de udare sînt servite cu aspersoare de construcție specială și cu posibilități automate de închidere a orificiului conductei de udare.

Schema de deplasare a conductelor de udare. În funcție de regimul de irigație și pluviometria aspersoarelor, după aspersarea normei de udare calculate, instalația se deplasează pe o nouă poziție de udare. Prin montarea instalației (sistem semifix) investiția pe hectar este mai redusă față de sistemele fixe, dar prezintă marele dezavantaj că reclamă cheltuieli de exploatare suplimentare și o minuțioasă muncă de organizare la deplasarea conductelor. În perioada de udare instalațiile se deplasează în lungul canalului sau conductei fixe (antenă) de 1—5 ori pe zi sau 10—100 ori în tot sezonul de irigat.

Deplasarea conductelor se poate face în două sensuri: transversal, adică perpendicular pe rînduri (fig. 8.18 și 8.20) și longitudinal, adică în direcția rîndurilor culturii (fig. 8.19).

Scanned with OKEN Scanner

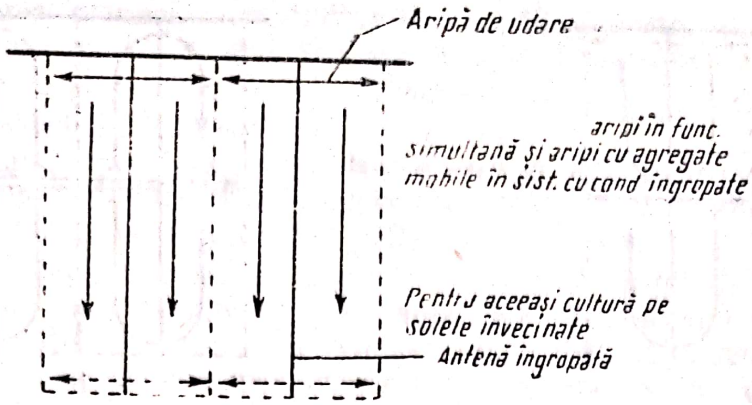


Fig. 8.18. Schema de deplasare transversală a aripilor de udare dispuse grupat pe ambele părţi ale antenei.

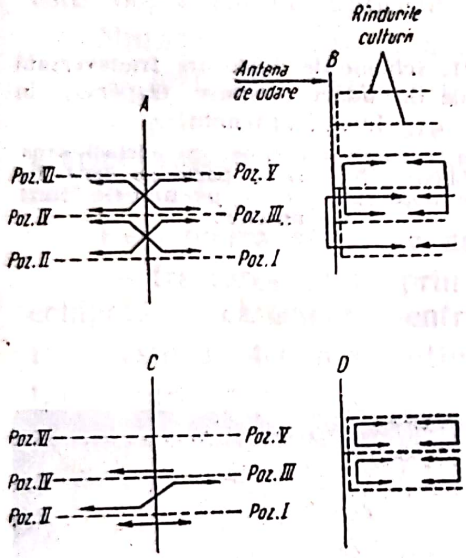


Fig. 8.19. Schema de deplasare longitudinală a aripilor de udare; Poz. — poziţia ; A, B, C, D — scheme de deplasare a aripilor.

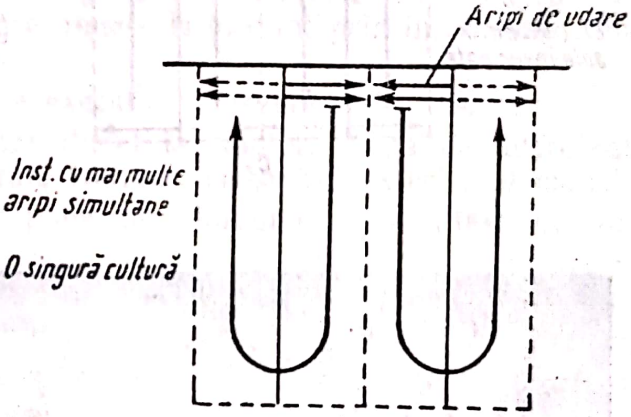


Fig. 8.20. Schema de deplasare transversală a aripilor de udare dipuse grupat, pe o singură parte a antenei.

Deplasarea transversală se aplică, în mod obişnuit, la culturile cu talie joasă, transportul făcîndu-se manual şi mecanizat.

Drumul parcurs pentru a plasa aripa pe o nouă poziţie trebuie făcut, pe cît posibil, pe teren uscat. Avînd în vedere sistemul de distribuţie al apei, canale deschise sau conducte, aripile se pot grupa astfel :

— aripi mobile grupate, specifice agregatelor mobile de pompare (fig. 8.20) ;

— aripi mobile dispersate (în cazul alimentării din conducte fixe sau antene (fig. 8.21).

Aşezarea aripilor grupate prezintă dezavantajul unor distanţe mai mari de transport, precum şi circulaţie mai dificilă a udătorilor.

Aşezarea aripilor dispersate este net avantajoasă sub aspectul investiţiilor şi cantităţilor de materiale necesare pentru conducte fixe (diametre descrescînde) comparativ cu aşezarea grupată a aripilor. Deplasarea se face aproape integral pe teren neudat.

Scanned with OKEN Scanner

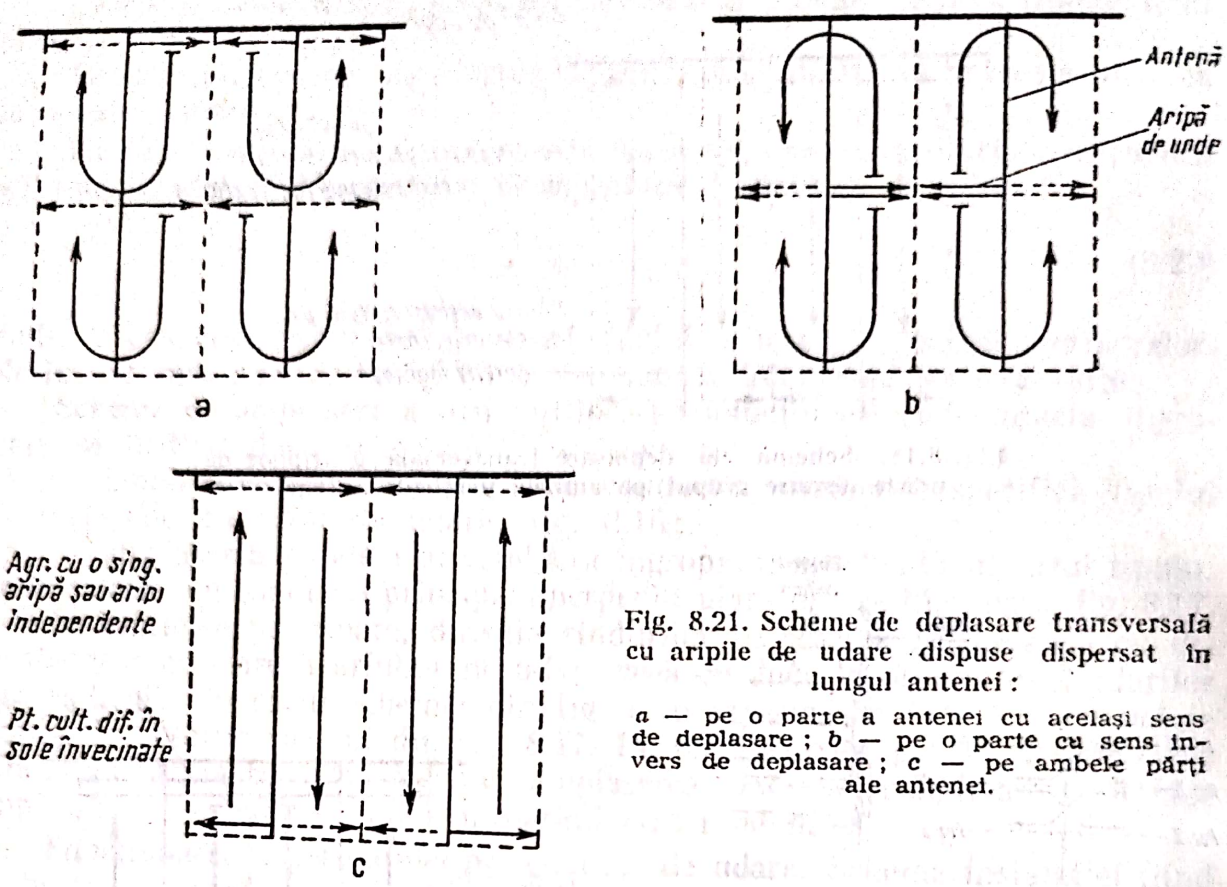


Fig. 8.21. Scheme de deplasare transversală cu aripile de udare dispuse dispersat în lungul antenei :

a — pe o parte a antenei cu același sens de deplasare ; *b* — pe o parte cu sens invers de deplasare ; *c* — pe ambele părți ale antenei.

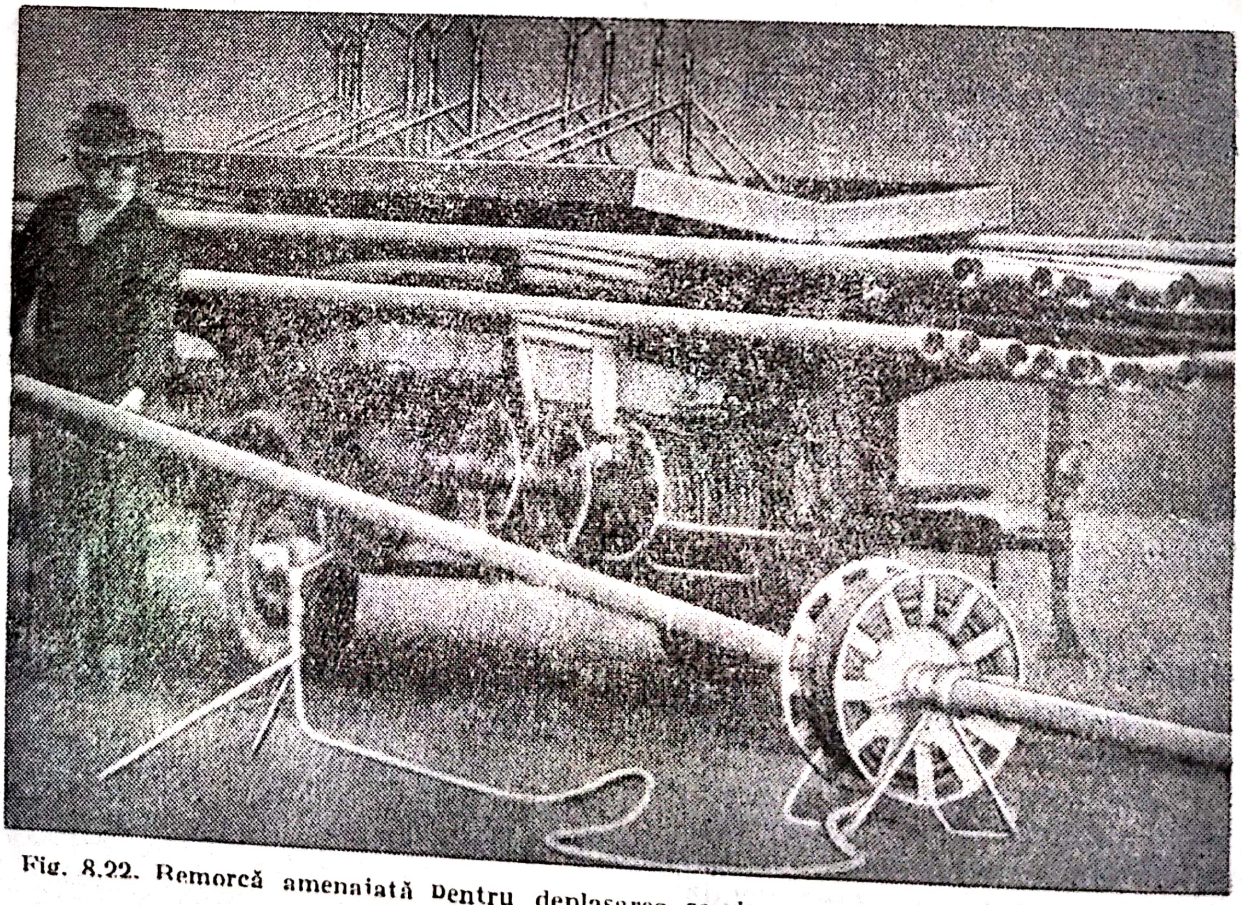


Fig. 8.22. Remorcă amenajată pentru deplasarea semimecanizată a aripilor de udare.

Scanned with OKEN Scanner

Deplasarea manuală longitudinală nu este indicată, deoarece necesită forță de muncă de 3...4 ori mai mare decît la deplasarea transversală.

Plantele cu port înalt, însă porumbul la înspicat, vița de vie pe spalier, obligă la asemenea deplasare.

La mutarea semimecanizată, demontarea și montarea pe o nouă poziție se face manual iar transportul conductelor se efectuează cu remorci sau direct pe suporți atașați de tractor (fig. 8.22).

În cazul deplasării semimecanizate pe traseul aripii de udare, se vor semăna plante cu port mic care nu împiedică deplasarea tractorului cu remorca. Instalația încărcată în remorcă este deplasată pe o nouă poziție (fig. 8.22). Deplasarea mecanizată prin tractarea aripii mobile apare ca cea mai indicată deoarece înlătură timpii necesari montării și demontării tronsoanelor de conductă.

În acest caz, aripa este așezată pe roți, cărucioare sau stabilizatoare și este deplasată cu ajutorul unui tractor (fig. 8.23).

Mutarea mecanizată a aripilor de udare se execută:

— prin remorcarea aripii de udare, longitudinal;

— prin autopropulsare cu motor propriu (transversal sau longitudinal) a aripei rotative cu pivot sau liniare cuplate la hidrant prin intermediul unui furtun elastic.

Remorcarea aripii de udare se execută în următoarele moduri:

— tractarea aripii prin cuplare direct la tractor. Aripa de udare este echipată cu cărucioare pentru fiecare tronson. Gabaritul exterior al cărucioarului este de 400 mm putînd funcționa pe culoarul de 800—1 000 mm distanță între rîndurile culturii de porumb. Metoda se practică cînd cultura nu a depășit 60—70 cm.

— tractarea aripii prin intermediul unui troliu. În acest caz tractorul nu se mai deplasează. Metoda este specifică culturilor cu port înalt, peste 70 cm.

În ambele situații montarea pe un nou amplasament se realizează manual prin demontarea aripii.

Pentru tractarea aripii în cele două situații prezentate sînt necesare unele piese anexe, ca: racord dublu cîrlig, dop-mufă, arc de fixare a cîrligului, de cuplare a tronsoanelor de conductă, dispozitivul de nivelare și troliu.

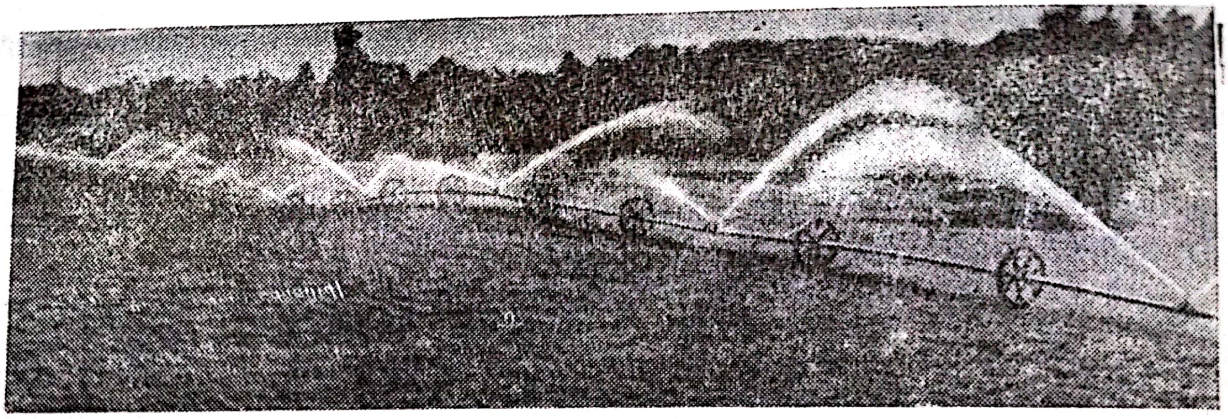
8.10. EXPLOATAREA SISTEMULUI DE IRIGAȚIE PRIN ASPERSIUNE

Condițiile în care se pot aplica udările în sistemul amenajat (în special în luna cu consum maxim) determină luarea în studiu a o serie de elemente încă din faza de proiectare.

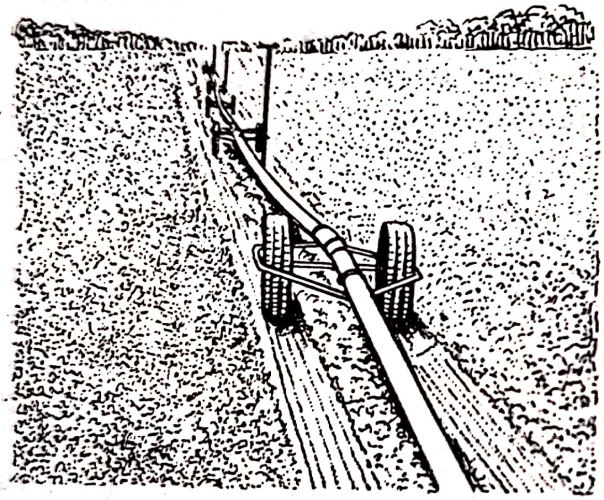
Existența a numeroase tipuri de aspersoare și tipuri de instalații, pentru a fi rentabile, trebuie să fie exploatate după particularitățile constructive.

Exploatarea oricărei instalații este strîns legată de: zona climatică,

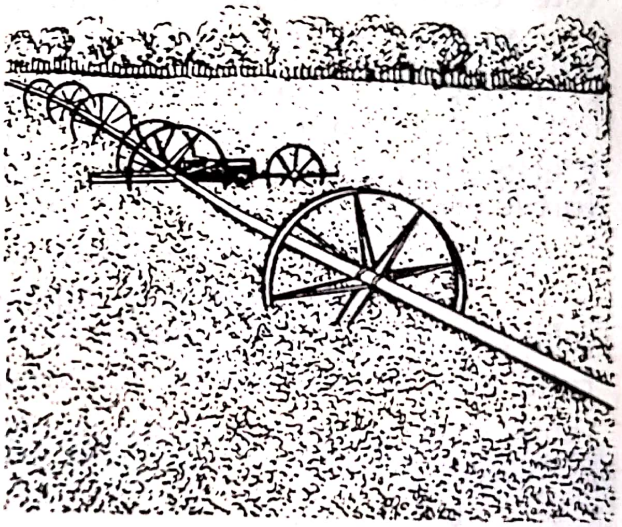
Scanned with OKEN Scanner



a



a'



a

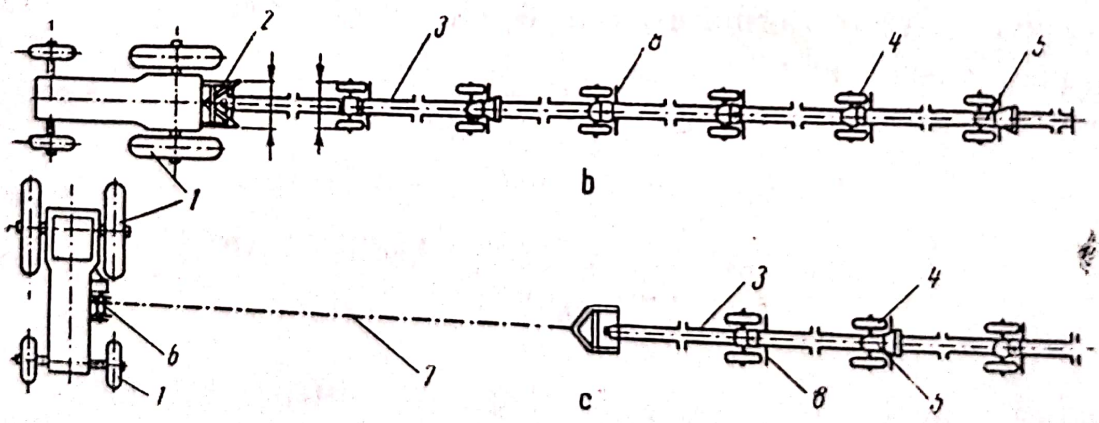


Fig. 8.23. Deplasarea longitudinală, mecanizată a aripilor de udare utilizînd roți metalice, pneumatice sau cărucioare din mase plastice :

a — aripă de udare cu acționare hidraulică prin intermediul unui furtun elastic cuplat lateral ; *a'* — aripă de udare pe roți pneumatice ; *b* — deplasarea aripii de udare prin cuplare direct la tractor ; *c* — deplasarea aripii de udare cu ajutorul troliului ; *1* — tractor ; *2* — dispozitiv de nivelare ; *3* — conductă din aluminiu ; *4* — cărucior ; *5* — aspersor ; *6* — troliu ; *7* — cablu ; *8* — dispozitiv de curățat roțile.

Scanned with OKEN Scanner

suprafața ocupată de cultură, solul și cantitatea de precipitații din luna cu consum mare de apă în mm/zi. Pe baza acestor elemente, succesiunea lucrărilor este următoarea :

Alegerea tipului de aspersor. Pentru a se înlătura băltirea pe suprafața solului irigat, intensitatea orară a instalației trebuie să fie mai mică decît viteza de infiltrație a solului ce se va iriga. Determinarea, în prealabil, a infiltrației solului și intensității orare a tipurilor de aspersoare dă posibilitatea punerii în paralel a acestor doi indici strict necesari în exploatarea rațională și alegerii celui mai corespunzător aspersor conform relațiilor 8.11 și 8.12.

Stabilirea timpului de funcționare într-o poziție de udare. La determinarea timpului de staționare se are în vedere ca să rezulte întotdeauna un număr întreg de mutări ale aripii pe zi (2...4). Timpul de funcționare într-o poziție de udare se determină din relația :

$$t_f = \frac{m}{10 \cdot Ih} \text{ sau } \frac{m \text{ (în mm)}}{Ih} \qquad (8.30)$$

în care : t_f este timpul de funcționare într-o poziție în ore ; m — norma de udare, în m^3/ha ; Ih — intensitatea orară, în mm/h.

Timpul efectiv de funcționare zilnică este egal cu numărul de cicluri zilnice înmulțit cu timpul de funcționare într-o poziție de udare :

$$t_{fz} = n_{cz} \cdot t_f$$

unde : t_{fz} este timpul de funcționare zilnică ; n_{cz} — numărul de cicluri zilnice.

Numărul de cicluri zilnice (n_{cz}) determină timpul efectiv de udare al fiecărei instalații și al sistemului, fiind unul din elementele de bază care impun debitul instalației.

Ciclul de udare se compune din trei perioade distincte : timpul de udare, timpul de zvîntare, timpul de mutare (fig. 8.24, 8.25 și 8.26). Timpul de zvîntare este variabil, în funcție de natura solului, norma de udare aplicată și temperatura aerului, variind de la 30 min. la 1h.

Timpul de mutare al instalației de pe o poziție pe alta se compune din următoarele operații : oprirea instalației (5 min) decuplarea asperscarelor și tronsoanelor $\left(1\frac{1}{2} \text{ min. fiecare}\right)$ și cuplarea lor și a aspersoarelor $\frac{1}{2}$ min.

Timpul de transport este variabil, în funcție de schema adoptată. Se apreciază că udătorul trebuie să deplaseze piesele mobile cu o viteză de 2 km/h iar timpul de mutare să fie de 1 h 30 min. — 2 h 30 min.

În funcție de timpul afectat zvîntării, mutării și transportului, numărul de cicluri zilnice se determină din relația :

$$n_{cz} = \frac{24 - t_i}{t_f + t_m + t_{sv}} \qquad (8.31)$$

unde : t_i este timpul de interdicție pentru folosirea curentului electric, de două ore ; t_{sv} — timpul de zvîntare 30 min — 1 h ; t_m — timpul de mutare 1 h 30 min —2 h 30 min.

Determinarea numărului de aripi de udare. Numărul de aripi de udare (N_{aripi}) se determină din raportul : suprafața cultivată în ha și suprafața irigată de o aripă în intervalul dintre udări.

Scanned with OKEN Scanner

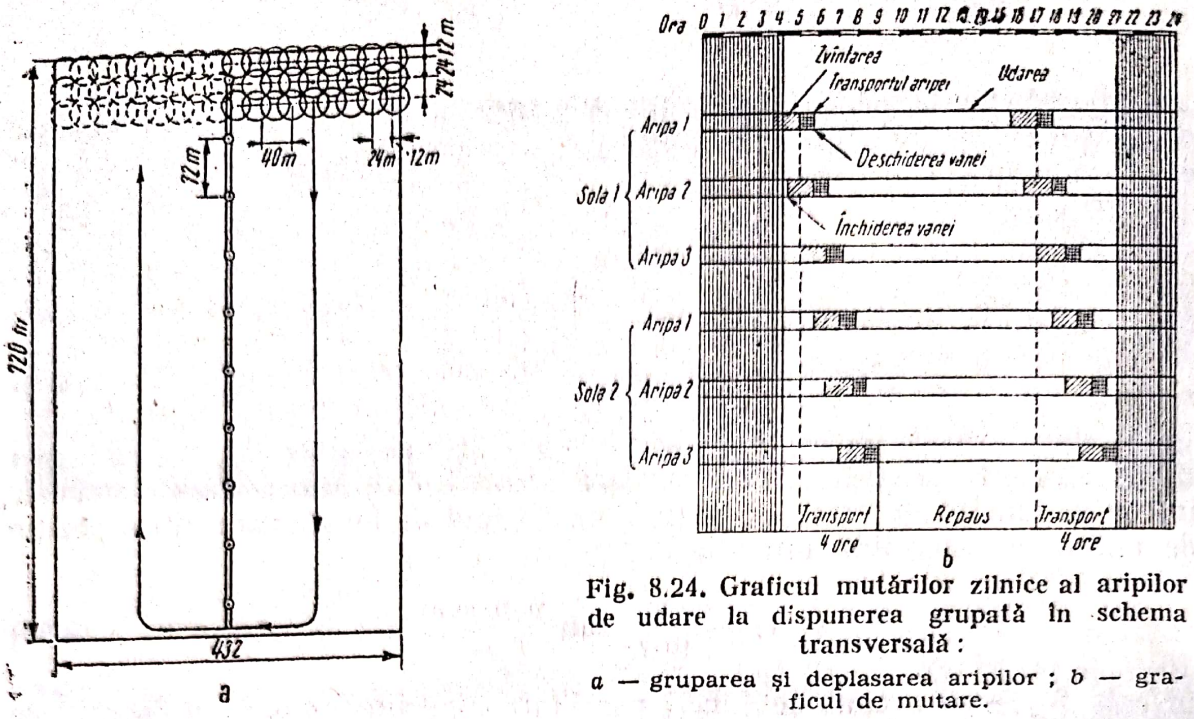


Fig. 8.24. Graficul mutărilor zilnice al aripilor de udare la dispunerea grupată în schema transversală :

a — gruparea și deplasarea aripilor ; *b* — graficul de mutare.

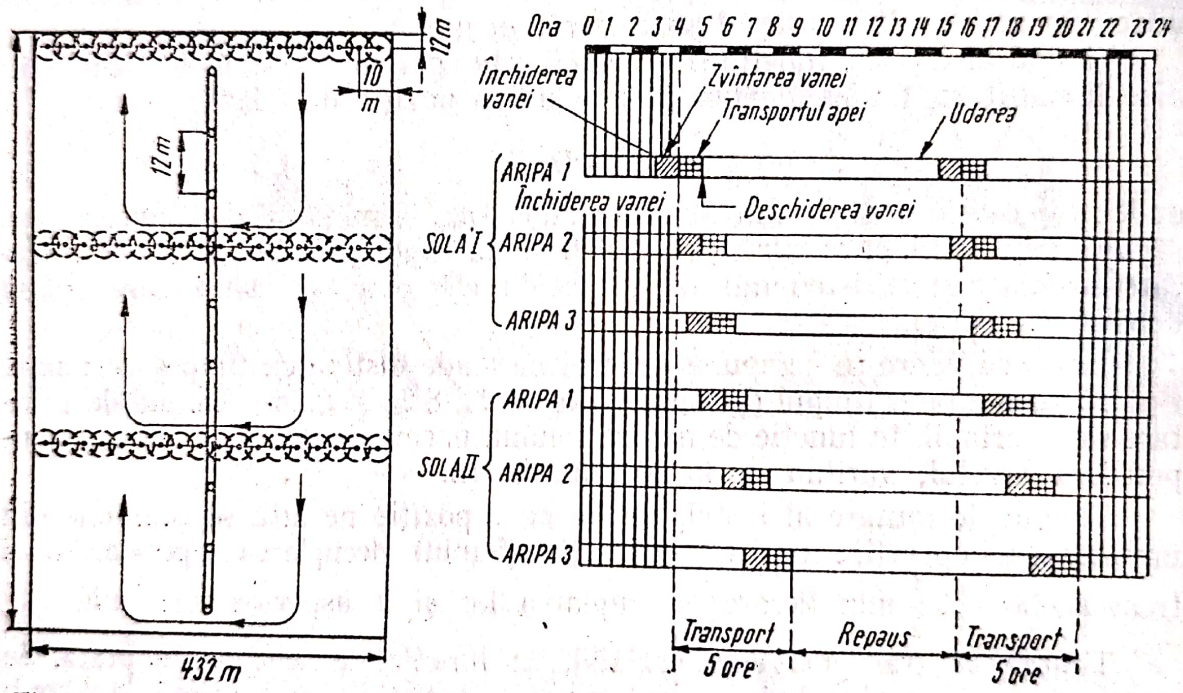


Fig. 8.25. Graficul mutării aripilor de udare — așezate dispersat în schema transversală.

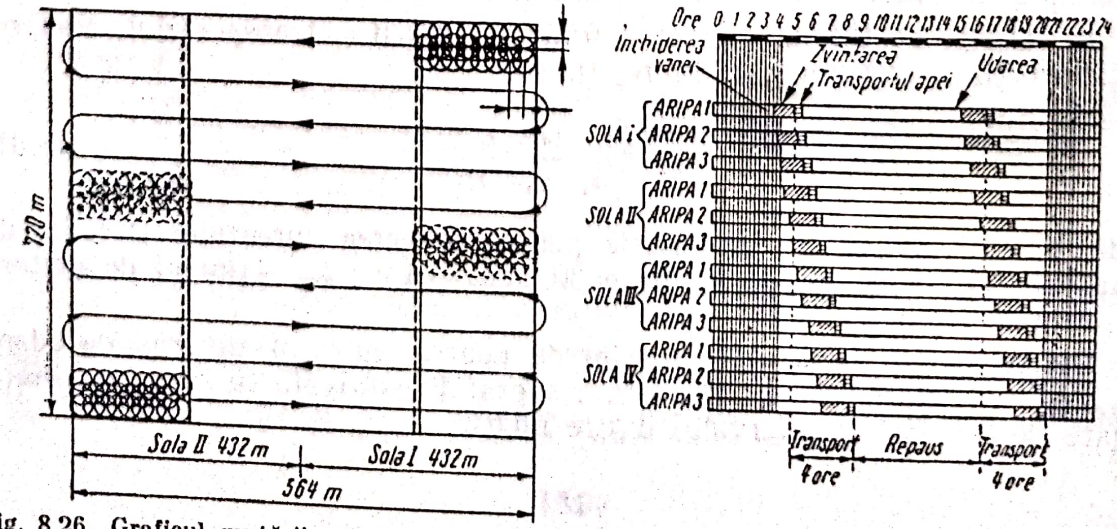


Fig. 8.26. Graficul mutării aripilor de udare — așezate dispersat în schema longitudinală

Presupunem că intervalul dintre două udări este de 12 zile şi că într-o zi, o aripă udă 1,5 ha, atunci suprafaţa deservită de această aripă va fi: $12 \times 1{,}5 = 18$ ha.

$$N_{aripi} = \frac{S}{S'} \tag{8.32}$$

unde: S este suprafaţa, în ha, ocupată de cultură; S' — suprafaţa, în ha, irigată de aripa de udare în intervalul dintre două udări.

Numărul de aspersoare pe aripa de udare. Se determină din relaţia:

$$N_{asp} = \frac{Q_a}{q_a} \tag{8.33}$$

unde: Q_a este debitul aripii de udare (l/s); q_a — debitul aspersorului ales (l/s).

În practica exploatării instalaţiilor de aspersiune trei tipuri de instalaţii sînt dominante în ceea ce priveşte modul de utilizare al timpului.

8.11. INSTALAŢIILE MOBILE PREVĂZUTE CU ARIPI DE REZERVĂ

În acest caz operaţiile ce se succed sînt:
— punerea în lucru a instalaţiei;
— oprirea instalaţiei;
— decuplarea aripii 1, care a funcţionat, şi cuplarea aripii 2;
— punerea sub presiune a aripii 2, care începe să funcţioneze pe poziţia a II-a;
— mutarea aripii 1 în poziţia a III-a după timpul de zvîntare;
— oprirea instalaţiei după distribuirea normei de udare în poziţia a II-a.

La acest tip de instalaţie, timpul de udare este folosit aproape integral, deoarece, prin ieşirea din funcţiune a aripii 1 intră în funcţiune aripa 2.

8.12. INSTALAŢIILE MOBILE CU ARIPI SIMPLE DE UDARE

La acest tip de instalaţii operaţiile în succesiune sînt:
— montarea aripii în poziţia I-a — şi punerea în stare de lucru;
— oprirea instalaţiei;
— mutarea aripii din poziţia I-a — în poziţia a II-a (operaţia se execută după 30 min — 1 oră, timp necesar pentru zvîntare);
— cuplarea aripii în noua poziţie şi punerea sub presiune.

Succesiunea timpului de udare, zvîntare şi mutare la aceeaşi instalaţie însumează timpul unui ciclu.

8.13. INSTALAŢIILE MOBILE CU ARIPI SIMPLE DE UDARE ŞI FUNCŢIONARE ALTERNĂ A ASPERSOARELOR

La acest tip de instalaţie, ciclul complet de udare cuprinde:
— punerea în lucru a instalaţiei;
— funcţionarea instalaţiei (timpul de udare calculat în prealabil);
— deplasarea aspersoarelor de pe poziţia I pe poziţia a II-a;
— continuarea udării pe noile poziţii ale aspersoarelor (timp de udare calculat în prealabil):

Scanned with OKEN Scanner

— oprirea instalației și mutarea aripii într-o nouă poziție.

În acest caz, mutarea aripii de udare se face de două ori mai rar față de cele cu funcționarea în plin a tuturor aspersoarelor. La acest tip de instalație costul echipamentului este mai redus.

8.14. NUMĂRUL DE MUNCITORI ȘI FORMAȚIA DE LUCRU

La irigarea prin aspersiune muncitorii lucrează în formații de cel puțin doi. Determinarea numărului de muncitori într-o echipă se stabilește în funcție de numărul de transporturi al materialului afectat aripii de udare. Timpul necesar transportului nu trebuie să depășească 2 ore.

În cazul cînd o echipă manipulează o singură instalație, numărul de muncitori nr_m se stabilește din relația:

$$nr_m \cdot m = \frac{n_t(t_d + t_{tr} + t_c) + t_p}{t_u - t_{sv}} \tag{8.34}$$

unde: n_t este numărul de tronsoane de conductă, inclusiv aspersoarele; t_d — timpul de decuplare al unui tronson; t_{tr} — timpul de transport al unui tronson; t_c — timpul de cuplare al unui tronson; t_p — timpul de punere sub presiune a instalației, 5—10 minute; t_u — timpul de udare într-o poziție (minute), (t_f); t_{sv} — timpul de svîntare. Toate simbolurile relației se exprimă în minute — excepție n_t.

Sînt și cazuri cînd se afectează un număr mai mare de instalații pentru o singură echipă. Componența echipei pentru acest caz se determină din relația:

$$nr_m \cdot m = \frac{[n_t(t_d + t_{tr} + t_c) + t_p]n_i}{t_u}, \tag{8.35}$$

unde: n_i este numărul de instalații manipulate de o echipă.

La instalațiile mobile cu aripi simple, componența formației de lucru se determină din relația:

$$nr_m \cdot m = \frac{n_t(t_d + t_{tr} + t_c) + t_p}{t_m}, \tag{8.36}$$

unde: t_m — timpul de mutare admis, în minute, în mod frecvent 1 h 30 min — 2 h 30 min.

La determinarea numărului maxim de aripi de udare afectate unei echipe se aplică relația:

$$N_{aripi} = \frac{t_{lz}}{t_m + t_{sv}}, \tag{8.37}$$

unde: t_{lz} — timpul de lucru zilnic (10 ore); t_m — timpul de mutare (1h 30 min — 2h 30 min); t_{sv} — timpul de zvîntare (30 min — 1h).

Scanned with OKEN Scanner

8.15. INSTALAȚII MODERNE DE IRIGAȚIE PRIN ASPERSIUNE

Toate instalațiile prezentate, cu care este dotată agricultura țării noastre, cît și a altor țări, nu satisfac pe deplin cerințele economice și tehnice. Astfel, în climatul temperat, consumul de apă al unor culturi, în lunile iulie-august, nu depășește 3 mm/zi sau $\frac{13}{100}$ mm/h. Nici un utilaj de irigare nu poate azi să asigure o atît de redusă udare pe întreaga suprafață de irigație. Din această cauză, terenul supus udării se împarte în parcele, care vor fi udate cu o normă de udare cu atît mai mare cu cît suprafața irigată — care corespunde suprafeței acoperite cu utilaje — este mai mică. Adică, se va iriga o nouă parcelă din totalul suprafeței printr-o mutare permanentă a utilajului de irigat. Se va obține în acest mod *un tur de apă*. Dacă numărul de instalații crește, numărul de zile în turul de apă scade. Amortizarea utilajului însă se va realiza într-un timp mai lung.

Toate instalațiile, cu excepția celor fixe, irigă prin tur de apă iar suprafața irigată într-un timp determinat, într-o anumită poziție, reprezintă o caracteristică de bază a întregii instalații.

Pentru a se face față consumului de apă (*ETP*) pe timp de 10—12 zile, solul trebuie să rețină o normă de udare de 300—700 m³/ha. În 24 de ore numărul de poziții al utilajului semimobil este de 2—3, staționînd cîte 5—10 ore pe o poziție.

Numărul mijlociu de zile lucrătoare într-o lună este de 24—25 ; prin turul de apă se reduce numărul de zile efective pentru irigare între 8—13 zile.

Cel mai bun sistem de organizare a muncii, la noi în țară, în unele sisteme de irigație, dotate cu instalații mobile s-a dovedit a fi următorul :

— pentru *APT-4M* cu 4 aripi de udare și aspersoare *ASJ*-1 ; o formație de 6 udători poate asigura funcționarea permanentă a unui grup de 3 instalații (12 aripi de udare). La această formație de lucru se mai adaugă 3 motopompiști, total 9 oameni la 3 agregate și 12 aripi de udare.

Suprafața totală irigată va fi cu atît mai mare cu cît irigarea va fi mai puțin întreruptă. Pentru îmbunătățirea tehnicii de irigație prin tur de apă, s-au construit și introdus în exploatare noi utilaje.

Aspersorul cu jet lung care, într-o măsură oarecare, reprezintă tipul de irigație mobilă. Marea sa rază de acțiune, 38....72 m, permite să se irige o suprafață de 0,5—1,5 ha. Utilajul montat pe un șasiu autopurtat devine practic și mai ușor de manevrat în culturile cu port înalt ca : porumb, livezi etc. (fig. 8.27).

Aspersorul automotor cu cilindru „*Water winch*“ irigă o suprafață cu diametrul de 100 m. Aspersorul are un debit de 80 m³/h și funcționează la o presiune de 6—7 kgf/cm². Utilajul se autopropulsează pe un cablu antrenînd conductele ușoare de alimentare pe 200 m în lungime, cu o viteză de 40 m/h. Suprafața irigată fără intervenție manuală este 100×400 m adică circa 4 hectare în 10 ore (fig. 8.27 a și b).

Instalații semimobile dotate cu tuburi flexibile. În scopul reducerii operațiilor de mutare a conductelor, aspersoarele sînt cuplate la aripa de udare cu ajutorul unor tuburi flexibile, conform schemei funcționale din fig. 8.28.

Scanned with OKEN Scanner

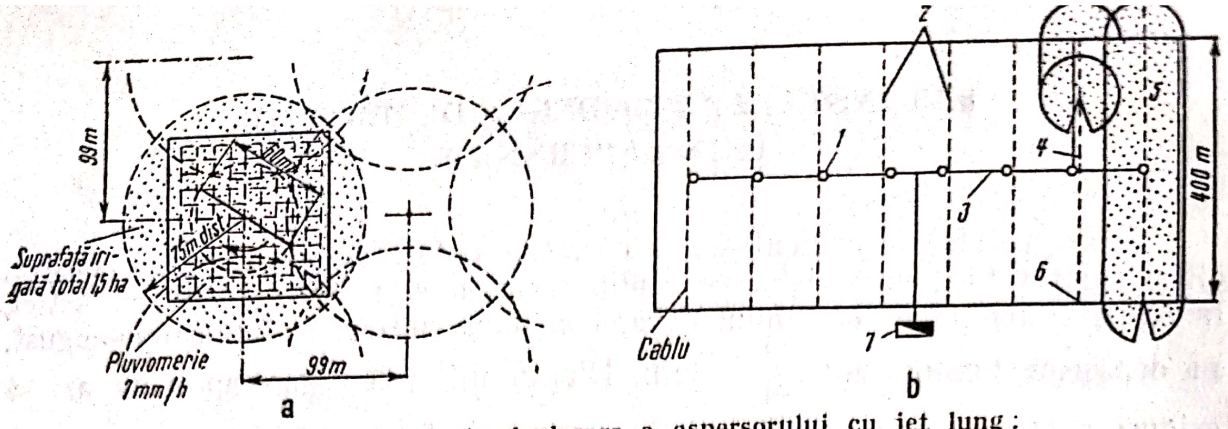


Fig. 8.27. Schema de deplasare a aspersorului cu jet lung :

a — suprafața udată de un aspersor gigant ; *b* — schemă pentru deplasarea aspersorului ; *1* — racordarea la hidrant ; *2* — zone de deplasare ; *3* — antenă îngropată ; *4* — conductă flexibilă ; *5* — direcția de deplasare ; *6* — bulon de ancoră ; *7* — stație de pompare.

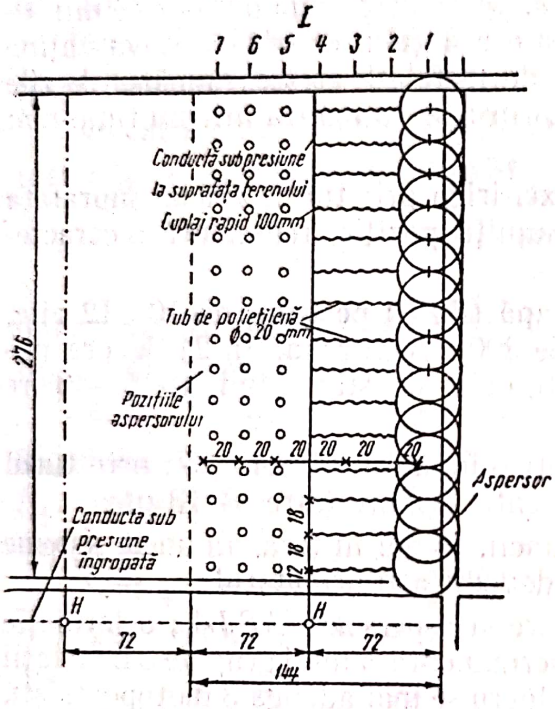


Fig. 8.28. Vedere în plan a instalației semimobile prin aspersiune cu tuburi flexibile de polietilenă ;

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 — poziții ale aspersoarelor.

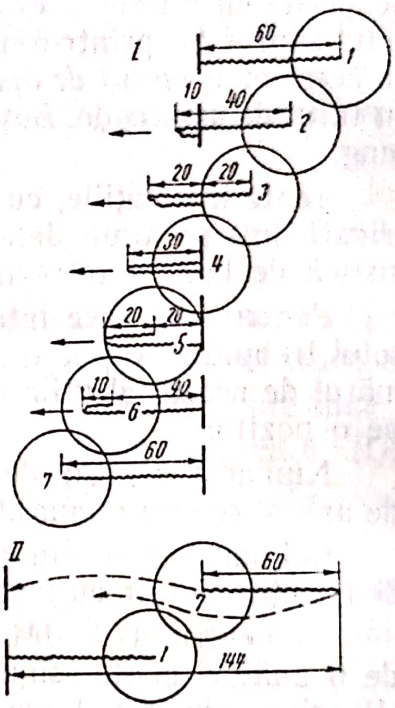


Fig. 8.30. Pozițiile succesive ale aspersoarelor la instalațiile semimobile cu tuburi flexibile :

I — pozițiile succesive ale aspersoarelor ; *1 . . . 7* — poziția aspersoarelor ; *II* — trecerea racordului cu tubul flexibil după ultima poziție, șapte, a aripii I la poziția a II-a.

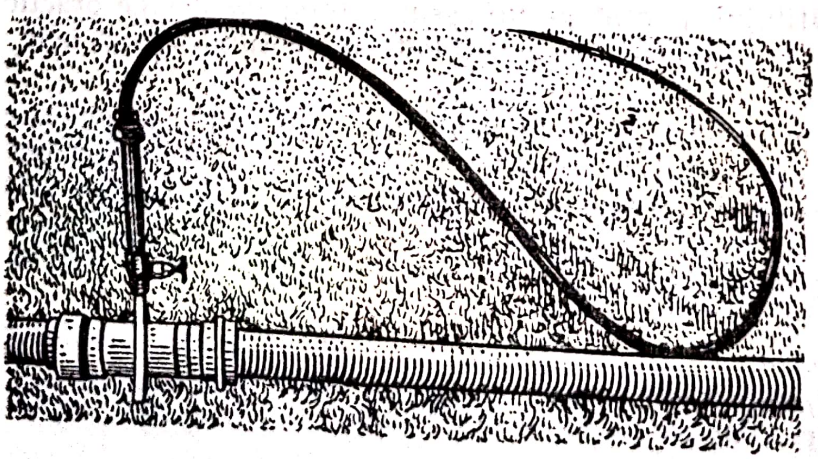


Fig. 8.29. Racordul tubului de polietilenă cu diametrul de 20 mm la conducta sub presiune.

Scanned with OKEN Scanner

Această instalaţie diferă de instalaţia de aspersiune cu aripi simple, sau în rezervă, printr-o conductă metalică aşezată la suprafaţa terenului, lungă de 276 m, cu diametrul de 100 mm, prevăzută cu cuplaj rapid la hidrantul conductei îngropate. Pe această conductă se racordează, la distanţa de 18 m, tubul flexibil de plastic avînd un diametru de 20 mm şi lungimea de 60 m (fig. 8.29).

La capătul opus cuplării de tub, se racordează un aspersor cu rază şi intensitate mică.

Aspersorul are un singur jet, cu duză de: 4, 5, 7 şi 8 mm. Tubul este gradat din 20 în 20 m. După efectuarea udării pe o poziţie se trage aspersorul cu 20 m spre conducta metalică şi udarea continuă (fig. 8.30).

Acest tip de instalaţie irigă într-o poziţie 4 ha şi într-un sezon de irigaţie 15 ha. Un muncitor poate deservi simultan patru instalaţii, deci 60 ha pe sezon.

Capitolul 9

TEHNICA IRIGĂRII PRIN PICURARE

Necesitatea obţinerii de producţii ieftine şi cu un consum redus de apă s-a tradus prin realizarea unor noi instalaţii şi tehnici de irigare. Irigarea prin picurare *„pic cu pic"* *„TRICKLE IRRIGATION"*, constă în distribuirea apei la culturile agricole şi horticole cu debite mici, în mod uniform şi în imediata apropiere a coletului plantei. Odată cu apa se aduc fertilizanţi chimici în doza cerută de cultură. Această tehnică practicată mai întîi în sere s-a extins în ultimul deceniu şi la culturile de cîmp. La noi în ţară se experimentează pe nisipurile din sistemul *Sadova—Corabia*, serele *Işalniţa Dolj*, staţiunea experimentală viticolă *Murfatlar* etc.

9.1. AVANTAJELE ŞI DEZAVANTAJELE IRIGĂRII PRIN PICURARE

Comparată cu celelalte metode, irigarea prin picurare a stîrnit interesul în exploatările intensive, datorită eficienţei unor indici tehnico-economici prezentaţi mai jos:

— consum mic de apă; apa fiind distribuită în zona coletului, fie la suprafaţa solului sau în adîncime la 5—7 cm, prin infiltraţie intră în sol, iar prin redistribuire conform forţei de sucţie se creează în zona rădăcinilor un perimetru umed care satisface consumul plantelor. Consumul de apă ajunge la 30....70% din cel realizat în cazul metodei de udare prin aspersiune sau brazde. Economia de apă se face prin reducerea consumului neproductiv.

Scanned with OKEN Scanner

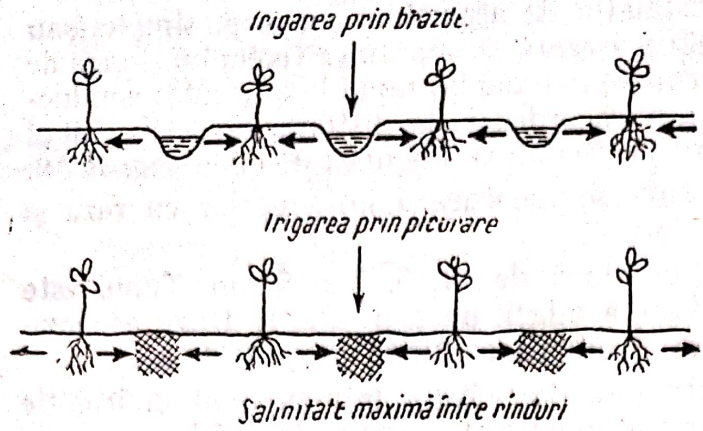


Fig. 9.1. Concentrarea sărurilor în stratul radicular în cazul irigării prin picurare, comparativ cu irigarea prin brazde.

— înlăturarea sărurilor din zona rădăcinilor; datorită picurării, către extremităţile perimetrului muiat se găsesc majoritatea sărurilor. Irigarea culturilor pe solurile saline se rezolvă în mod economic nemaifiind necesară irigarea de spălare (fig. 9.1).

— recoltarea se efectuează mai uşor, deoarece deplasarea se face pe sol uscat;

— nu s-a observat ridicarea nivelului freatic ca în cazul irigării prin scurgere sau aspersiune; se pot folosi cu succes sursele de apă cu debite mici; se irigă cu prioritate şi randament sporit culturile protejate (sere), înlăturînd o serie de neajunsuri specifice irigării prin aspersiune sau scurgere;

— volum redus de muncă;

— număr redus de buruieni, deoarece intervalul dintre rînduri este menţinut uscat.

Dezavantajele metodei de irigare prin picurare sînt:

— număr mare de filtre pentru înlăturarea impurităţilor cu diametrul mai mare de 0,4 mm (deteriorarea şi înlocuirea filtrelor ridică preţul de cost);

— număr mare de fante cu picurătoare care se defectează uşor prin înfundare (dezavantajul dispare la instalaţii poroase);

— lungimea tubului de polietilenă pe unitatea de suprafaţă este mare, minim 1500 m/ha la pomi şi peste 10 000 m/ha în cazul porumbului sau tomatelor;

— nu se poate folosi la combaterea brumelor tîrzii şi nici la combaterea dăunătorilor vegetali şi animali.

Echipamentul de irigare specific instalaţiei *„pic cu pic"* se compune din:

— racordul la reţeaua fixă, care este un ansamblu compus dintr-o vană cu filtru, un cuplu, un manometru, un apometru şi un dispozitiv de filtrare;

— conducte de transport din polietilenă cu diametre de 30...60 mm;

— conducte de udare din mase plastice cu diametre de 12...19 mm pe care se montează fantele cu duzele de picurare;

— accesorii cuprinzînd fitinguri din mase plastice rigide (teuri, dopuri, coliere, robinete etc);

— picurătoare care au scopul de a reduce presiunea apei de la circa 10 m H_2O la fenomenul de picurare.

— injectoare pentru injectarea fertilizanţilor în reţea.

9.2. ELEMENTELE TEHNICE ALE IRIGĂRII PRIN PICURARE

Pentru executarea unei udări cerute de plantă interesează:

— distanţa între picurătoare; studiile arată că zona umedă din jurul plantei variază între 30—60 cm în diametru pentru culturile cu talie mică şi pînă la 1,0—1,5 m la pomi.

Scanned with OKEN Scanner

– numărul de duze și debitul lor; se stabilește în funcție de desimea plantelor și de consumul lor după cum urmează: la legume cîte o duză cu debite de 1...2 l/oră, la vița de vie cîte două duze cu debite de 1...2 l/oră, la pomi cîte patru duze cu debite 1...2 l/oră;

– durata udării; se calculează în funcție de conturul de umezire, debitul instalației și nevoile de apă ale plantei.

9.3. DIMENSIONAREA ECHIPAMENTULUI DE IRIGARE

La irigarea prin picurare consumul de apă calculat scade proporțional cu creșterea duratei de udare. Dependența dintre consumul calculat (Q_1) în cazul metodelor obișnuite de irigare și consumul (Q_2) în cazul irigării prin picurare, este determinată, pentru udarea cu durată în zile pline, după formula:

$$Q_2 = \frac{h}{24n} \cdot Q_1 \qquad (9.1)$$

în care: h este numărul orelor de udare; n — perioada dintre udări în cazul metodelor tradiționale de udare, în zile. Dacă se consideră că perioada dintre udări este de 10 zile, iar timpul de udare o oră atunci consumul de apă calculat la udarea cu durată în zile pline va fi:

$$Q_2 = \frac{1}{24 \cdot 10} \cdot Q_1 \approx 0{,}004 \cdot Q_1 \qquad (9.2)$$

Avînd consumul de apă și schema de udare stabilită se calculează debitele pe conductele de udare și de transport prin însumarea debitelor duzelor și respectiv prin însumarea debitelor conductelor de udare cu funcționare simultană.

Pierderile de sarcină se stabilesc în funcție de diagramele ce însoțesc instalația. Lungimea optimă a conductei de udare se stabilește în așa fel încît diferența între debitul duzei din amonte și cel din aval să nu depășească 20%. La conductele de udare cu diametru de 16 mm, cu duze distanțate la 1 m și debite de 2 l/oră, lungimea optimă este de 60 m.

În cadrul metodei de irigare prin picurare se cunosc două scheme de amenajare: schema de amenajare cu conducte mobile și schema de amenajare cu conducte de udare fixe.

9.4. SCHEMA DE IRIGARE CU CONDUCTE MOBILE

În cazul adaptării schemei de irigare cu conductă de udare mobilă (fig. 9.2) următoarele elemente componente prezintă importanță:

– conducte inactive cu diametru de 5,08 cm cu lungimi de 261 m, dispuse în „U“ la distanțe de 90 m și cuplate la hidranții rețelei fixe îngropate;

– conducte de udare cu diametru de 16 mm și lungimea de 57 m, care funcționează pe 24 de poziții în 6 zile, deservind o suprafață dreptunghiulară de 45×24 m.

Pentru o normă de udare de 300...400 m³/ha și duze de 10 l/oră, timpul de staționare este de 3...4 ore. Elementele tehnice funcționale ale acestei scheme se prezintă în tabelul 9.1.

Scanned with OKEN Scanner

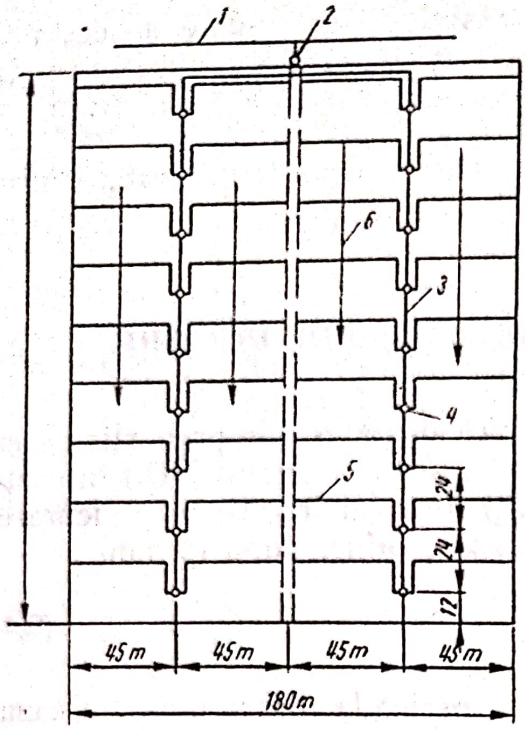


Fig. 9.2. Schema de amenajare pentru irigarea prin picurare cu conducte de udare mobile :
1 — antenă ; *2* — racord de filtrare ; *3* — conducta de transport ; *4* — robinet cu regulator ; *5* — aripă de picurare ; *6* — direcţia de mutare.

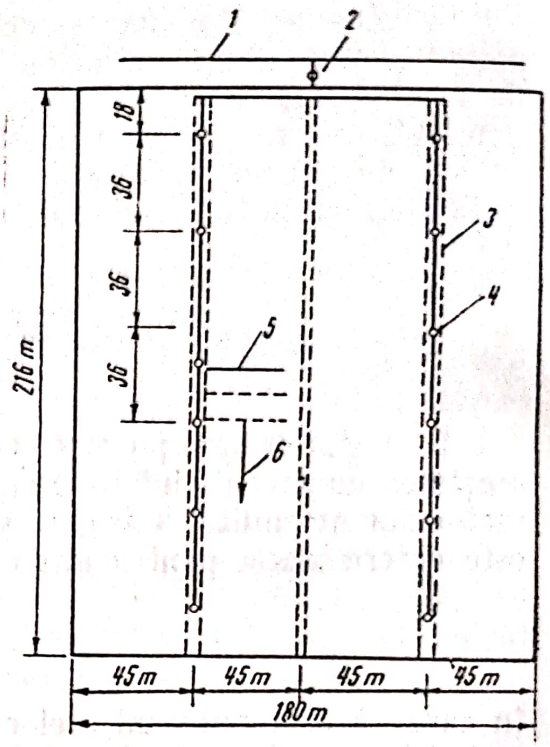


Fig. 9.3. Schemă de amenajare pentru irigarea prin picurare cu conductă de udare fixă :
1 — antenă ; *2* — racord de filtrare ; *3* — conductă de transport ; *4* — robinet cu regulator de debit ; *5* — aripă de picurare ; *6* — direcţia de mutare.

TABELUL 9.1

Elementele tehnico-funcţionale ale schemei de irigare prin picurare cu conducte de udare mobile (E. Cazacu)

Denumirea	U.m.	Caracteristici
Sistem	—	Conducte de udare mobile
Norma de udare	mm/6 zile	30...40
Debitul duzei	l/oră	10
Distanţa între duze	m	1,0
Distanţa între două poziţii succesive	m	1,0
Intensitatea udării	mm/oră	10
Numărul de mutări pe zi	Nr.	4
Numărul de mutări pe ciclu de 6 zile	Nr.	24
Lungimea conductei de picurare	m	45
Suprafaţa udată de o linie de picurare	ha	0,108
Numărul de linii ce lucrează concomitent în schemă	buc	36
Suprafaţa irigată	ha	3,888
Presiune necesară în amonte	m H_2O	20

Scanned with OKEN Scanner

9.5. SCHEMA DE IRIGARE CU CONDUCTE FIXE

Părţile componente ale schemei şi dimensiunile lor sînt identice cu cele descrise la schema de irigare cu conducte mobile. Deosebirea constă în faptul că aripile de udare sînt fixe în perioada de vegetaţie, ceea ce măreşte foarte mult lungimea conductelor de udare (fig. 9.3).

Elementele tehnico-funcţionale ale schemei se prezintă în tabelul 9.2.

TABELUL 9.2

Elementele tehnico-funcţionale ale schemei de irigare prin picurare cu conducte de udare fixe (E. Cazacu)

Denumirea	U.m.	Caracteristici
Sistem	—	Conducta de udare fixă pe mai multe ploturi
Norma de udare	mm/6 zile	30...40
Debitul duzei	l/oră	10
Distanţe între duze	m	1,0
Distanţa între conductele de udare	m	1,0
Intensitatea udării	mm/oră	10
Numărul de ploturi (suprafaţa element)	Nr.	4
Numărul de parcele irigate la un ciclu de 6 zile	Nr.	24
Lungimea conductei de udare	m	45
Suprafaţa udată de o conductă de udare	m^2	45
Numărul de conducte de udare	buc.	36
Suprafaţa plotului	m^2	1 620
Suprafaţa totală irigată	ha	3,888
Presiune necesară	m H_2O	20

9.6. PICURĂTORUL INSTALAŢIEI FIXE SAU MOBILE

Reuşita instalaţiei de udare depinde în mare măsură de dispozitivul de picurare. Debitul realizat de picurător variază de la 0,9...10 l/oră (fig. 9.4).

Materialul din care sînt confecţionate picurătoarele şi modul de plasare pe conducta de udare variază astfel:

— din masă plastică, turnat şi instalat direct pe conducta de udare. Este format dintr-un cilindru lung de 5 cm şi inimă dotată cu filet în lungime de 20 cm. Funcţionează la o presiune de 2,5 at cu un debit de 3,8 l/oră (fig. 9.4, *a*).

— din masă plastică format diu cilindru lung de 2...3 cm şi elevator în partea de sus a cilindrului. Pierderea de presiune în acest picurător este mai mică şi ca urmare debitul este mai mare, 7,5 l/oră (fig. 9.4, *b*).

— din masă plastică cu elevator asemănător, dar pentru trecerea apei există o tăietură îngustată de-a lungul elevatorului. Debitul picurătorului este de 9,5 l/oră. (fig. 9.4 *c*). În comerţ se găsesc numeroase tipuri de instalaţii de irigare prin picurare.

Scanned with OKEN Scanner

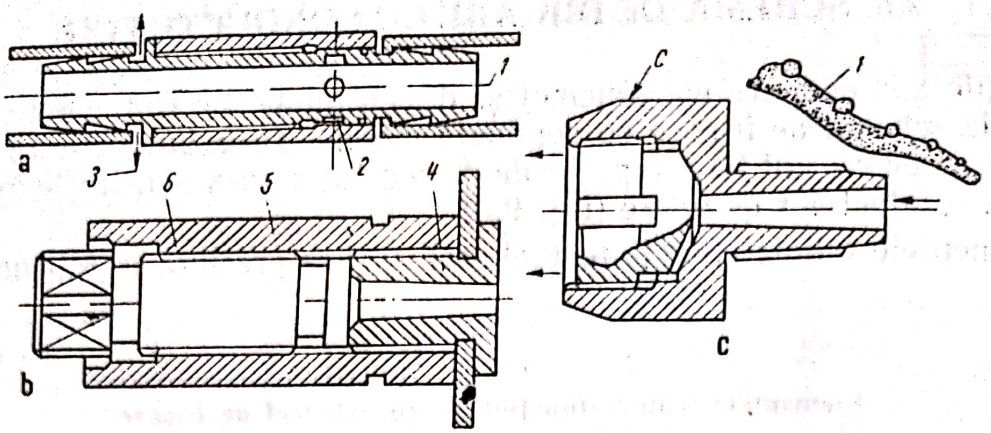


Fig. 9.4. Tipuri de picurătoare :

a — turnat din mase plastice montat direct pe conducta de udare ; *b* — duză din mase plastice care pornește de la conducta de udare ; *c* — picurător din mase plastice cu elevator ; *1* — conducta de udare ; *2* — dispozitiv de admisie a apei ; *3* — dispozitiv de evacuare a apei ; *4* — legătura cu conducta de udare ; *5* — cilindru ; *6* — elevator.

9.7. INSTALAȚII DE IRIGARE PRIN PICURARE

Instalația de irigare fără picurătoare „CHAPIN WATERMATICS INC" are conducta de udare ca un furtun cu pereți dubli. Apa pătrunde în interior dintr-un dispozitiv de evacuare a apei din furtunul exterior. Aceasta reduce mult presiunea în camera exterioară și determină un debit egal de apă pe o mare întindere a conductei. Dispozitivele de evacuare a apei de pe peretele interior sînt amplasate la 183 cm, iar pe cel exterior la 46 cm. Furtunul cu lungimea de circa 213 m, amplasat pe tambur se spală ușor și se cuplează cu conducta de aducțiune din polietilenă cu diametrul de 38 sau 51 mm (fig. 9.5).

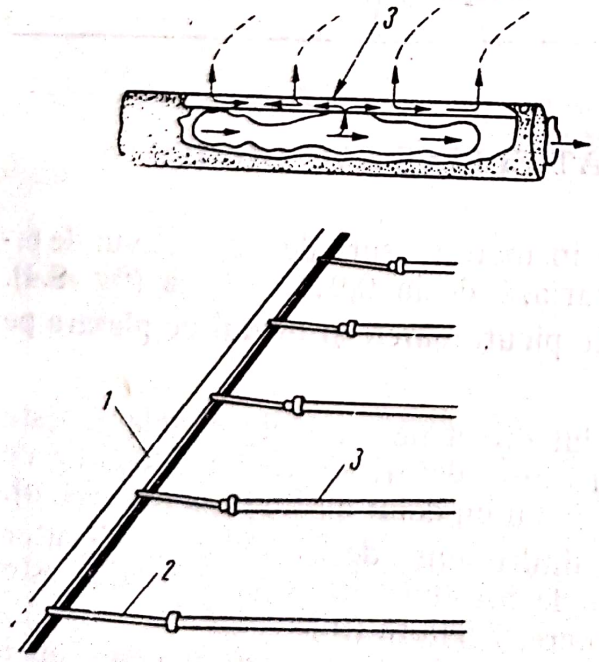


Fig. 9.5. Instalația de picurare tip „Chapin Watermatics inc" :
1 — conductă de aducțiune ; *2* — tronson de legătură ; *3* — conductă de udare (furtun cu pereți dubli).

Instalația „TRIKLON" este formată din conducta de aducțiune din *PVC*, conducte de udare amplasate la suprafață cu diametrul de 6,3 ; 9,5 ; 12,5 ; 15,8 și 19 mm, din polietilenă flexibilă. Dispozitivul de picurare este executat sub formă de spirală din țeavă de polipropilen cu diametru interior de 8,8 mm. Prin reducerea sau mărirea elevatoarelor spiralei presiunea variază. Prin sincronizarea elevator-presiune se ajunge la debite cuprinse între 0,9....9,0 l/oră, la presiunea de 0,7 atm. Instalația se pretează la irigarea viilor, plantațiilor de pomi și tomate.

Instalația „MICROPOR" este formată din conducte de mase plastice semirigide cu diametrul interior de 14,4 mm și orificii microscopice pe pereți (3300 buc/m), prin care apa sub presiune mică se infiltrează în sol. La o presiune de

Scanned with OKEN Scanner

0,35 atm conducta cu micropori are debitul de 0,8 l/oră/m. Instalația funcționează îngropată la adîncimea de 2,5...38 cm. Avantajele instalației *MICROPOR* constă în aceea că: se demontează ușor după recoltare; rădăcinile plantelor nu pătrund în conductă prin micropori; se pretează foarte bine la fertiirigare; durata de exploatare, fără ca microporii să se înfunde, este de 13—20 ani.

Instalația de irigare cu conducte de udare lungi de 200 m și cu diametrul picurătoarelor 1,6 mm amonte și 2,1 mm aval. Presiunea apei oscilează între 1,3...0,3 atm Datorită repartiției diferențiate a mărimii diametrelor picurătoarelor, debitul se menține constant pe întreaga lungime a conductei — 1,08 l/minut.

Funcționarea instalației este complet automatizată cu ajutorul programatorului electronic, care se alimentează de la baterii. El permite programarea irigării în ziua următoare. Instalația intră și iese din funcție succesiv, prin vanele electrice care dirijează conductele de udare una după alta.

Capitolul 10

INSTALAȚII DE IRIGAȚIE CU FUNCȚII MULTIPLE (POLIVALENTE)

10.1. CARACTERISTICILE INSTALAȚIILOR POLIVALENTE

În agricultura intensivă este obligatoriu ca mașinile și instalațiile ce servesc procesul de producție să fie în sfera productivă un număr cît mai mare de ore.

Irigația este o măsură tehnică ce se introduce în agricultură în funcție de caracteristica climatică a anului. În cazul țării noastre numărul de ore funcționale a unei instalații mobile de irigare variază între 200 și 800 ore/sezon. Numărul de ore de funcționare redus are implicații asupra duratei de amortizare a instalației. În scopul prelungirii duratei de folosire productivă pe sezon, instalațiile de irigare prin aspersiune s-au modernizat mult.

Principalele caracteristici tehnice ale instalațiilor polivalente modernizate sînt: instalații fixe cu intensitatea orară mică, 2—6 mm/h; funcționează la presiune mare (4—12 atm.) și sînt construite din material anticoroziv, dotate cu aparate de controlul temperaturii.

Instalațiile de aspersiune cu asemenea caracteristici răspund următoarelor cerințe biologice ale plantelor de cultură:

— asigură protejarea împotriva înghețurilor tîrzii sau timpurii, pînă la temperatura de —7°C;

— distribuie uniform fertilizanții chimici în stratul activ unde se află masa principală a rădăcinilor (la viteza vîntului mai mică de 2 m/s);

— diminuează efectul negativ al temperaturilor foarte ridicate — peste 38°C — și ca urmare procesul de fotosinteză se desfășoară intens în tot cursul zilei;

— protejează plantele la atacul paraziților animali și vegetali prin tratamente antiparazitare;
— asigură colorarea plăcută a unor fructe.

10.2. IRIGAȚIA ÎMPOTRIVA ÎNGHEȚURILOR (ANTIGEL)

În procesul fizic prin care apa trece de la starea lichidă la starea solidă (gheață) se eliberează 80 cal/g apă, menținînd constantă temperatura cît timp durează această transformare și nu mai scăzută de —0,5°C. Cantitatea de apă necesară protecției culturilor împotriva înghețului va depinde de temperatura și umiditatea relativă a aerului, fiind mai mare pe măsură ce temperatura este mai scăzută și aerul este mai uscat. Experiența a demonstrat că atunci cînd temperatura coboară la un nivel critic pentru plante, în condiții de vînt, se recomandă să nu se înceapă operația pînă cînd atmosfera nu se calmează și temperatura, deja critică, nu coboară rapid.

Cînd aerul este uscat se recomandă să se anticipeze efectuarea irigației, acțiune care reduce evaporarea și conservă căldura. Prin înghețare se eliberează 80 cal/g de apă, pentru evaporarea aceleiași cantități sînt necesare 540 cal/g; aceasta înseamnă că în practică trebuie să se înghețe un volum de apă de 7—8 ori mai mare pentru a compensa căldura pierdută în timpul evaporării.

Cercetările efectuate de S.W. Rogers scot în evidență că pentru merii la faza de înflorire și în condiții de vînt cu o viteză de 0,9 m/s sînt corespunzătoare următoarele intensități de stropire:

mm/h	°C
2	—3
4	—5
6	—6

S. Rousseau, constată că la o intensitate a ploii de 3 mm/h și o intensitate instantanee de o rotație pe minut se asigură protecția împotriva înghețului pînă la —7°C. Intensitatea instantanee nu trebuie să fie mai mică de o rotație pe minut.

Pentru reușita protecției împotriva înghețului se cer cunoscute și urmărite în succesiune:

— sistemul de irigație să funcționeze la cerere încă din luna martie;
— instalațiile să fie verificate funcțional cu cel puțin 10 zile înainte de perioada considerată critică pentru cultura în cauză.
— controlul temperaturii în mod continuu, acțiune ce se realizează prin intermediul termometrelor plasate în interiorul zonei de protejat.

Punctele pentru fixare a termometrelor sînt, de regulă, sectoarele din zona unde se prevăd temperaturi mai coborîte (în depresiuni). În mod obișnuit termometrele se racordează la un sistem de alarmă (lumini intermitente, sonerii etc.) care funcționează cînd temperatura coboară la un nivel stabilit anterior. În prezent sînt instalații de alarmă care pun în funcțiune motopompa la o temperatură determinată. Irigația începe cînd temperatura ajunge la 0°C. Stabilirea momentului irigației este dependentă și de scopul ce se urmărește, adică dacă se urmărește numai recolte mari sau fructe intacte în întregime. În ultimul caz irigația începe cînd temperatura ajunge la 0°C și se continuă în timp ce aceasta se menține sub 0°C. Dacă nu există pericol să se producă în-

ghet la nivelul fructelor, sau dacă există dificultăți în ceea ce privește aprovizionarea cu apă, se poate întîrzia operația pînă cînd frigul devine în mod real dăunător pentru fructe, ceea ce de obicei se produce la —1°C ; în acest caz irigația se limitează la momentul înfloririi.

Pe toată perioada cît durează irigarea antigel nu se admit întreruperi în sistemul de distribuire al apei.

Irigația încetează cînd temperatura este de 0°C la unul din termometre neexpus la soare.

Controlul conținutului de vapori de apă din aer se efectuează prin intermediul psihrometrelor și astfel înghețul poate fi prevăzut cu cîteva ore anticipat. Riscul producerii înghețului apare cînd conținutul vaporilor de apă din aer este sub 4,8 g/m³, ceea ce corespunde la 4,6 mm (tensiune maximă) la 0°C, condiții în care aerul este saturat. Cînd cantitatea de vapori de apă este mai mare decît cea indicată, scăderea temperaturii determină condensarea vaporilor, eliberează căldura latentă corespunzătoare, reducînd posibilitatea unor coborîri mai mari de temperatură.

Din numeroase studii și cercetări (J. Landers, K. Witte, A. E. Erickson, R. L. Carolus) reiese că un singur an cu înghețuri poate amortiza investiția instalației deoarece se obțin recolte mari în timp ce în restul regiunii producția este minimă sau compromisă. Combaterea înghețului cu ajutorul instalațiilor de aspersiune se pretează din punct de vedere al solului — cu prioritate — pe solurile ușoare și mijlocii și nu este indicată pe solurile grele, deoarece numai 3 nopți consecutive cu îngheț înseamnă 24 ore de funcționare, timp în care, chiar la intensitate de 2 mm/h, se ajunge la băltire cu efect negativ asupra evoluției vegetației și a longevității plantației.

Japonezii au realizat substanța „O.E.D." care în concentrație de 10% în apă formează o ceață ce rezistă 10 ore. Combaterea gerurilor tîrzii cu preparatul O.E.D. este foarte economică.

10.3. FERTIIRIGAREA

Planta nu poate reține elementele nutritive decît prin intermediul apei care le vehiculează de la un punct la altul. Distribuirea localizată a fertilizanților solizi reduce puterea de reținere a rădăcinilor plantelor și o parte însemnată din fertilizant se levigă pînă la apa freatică sau se pierde în profunzimea solului. Pentru o repartizare cît mai uniformă a fertilizantului s-a recurs la dizolvarea și amestecarea lui cu apă de irigare, respectiv norma de udare. Soluția este foarte bună dacă normele de udare se aplică în număr mare. Sînt însă și ani cînd datorită ploilor naturale normele de udare pot fi reduse sau nu se dă nici o udare. În acest caz fertiirigarea nu se poate aplica și se recurge la aplicarea fertilizantului în stare solidă.

Protecția apelor freatice de supraîncărcare cu nitrați poate fi realizată prin reducerea dozei de fertilizant ușor solubil, dar care să nu reducă producția. Cercetările arată că prin fertiirigare numai cu 1/2 din doza fertilizantului aplicat în stare solidă, localizat sau prin împrăștiere, producția este tot atît de mare, iar în apa freatică nu se înregistrează azotați aduși prin levigare. Paralel cu mărirea producției, prin fertiirigare se obțin și producții decalitate (fig. 10.1 și 10.2).

Scanned with OKEN Scanner

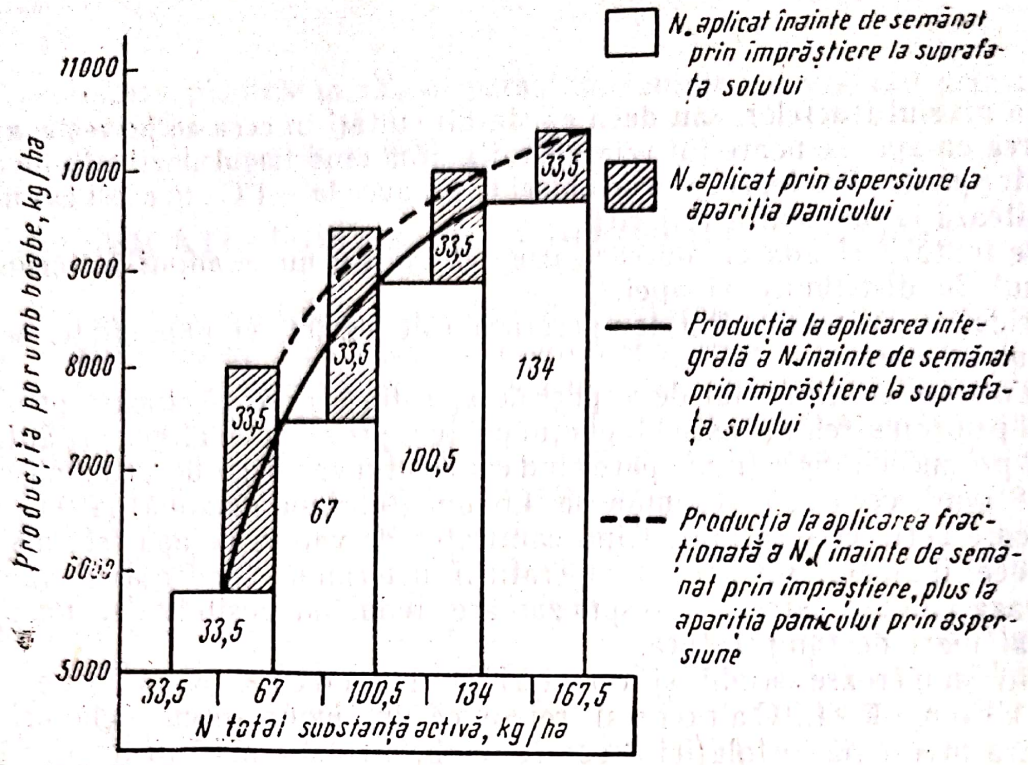


Fig. 10.1. Producția de porumb boabe pentru *HS* 330 la fertilizarea și fertiirigarea cu *N* (după I. Păltineanu).

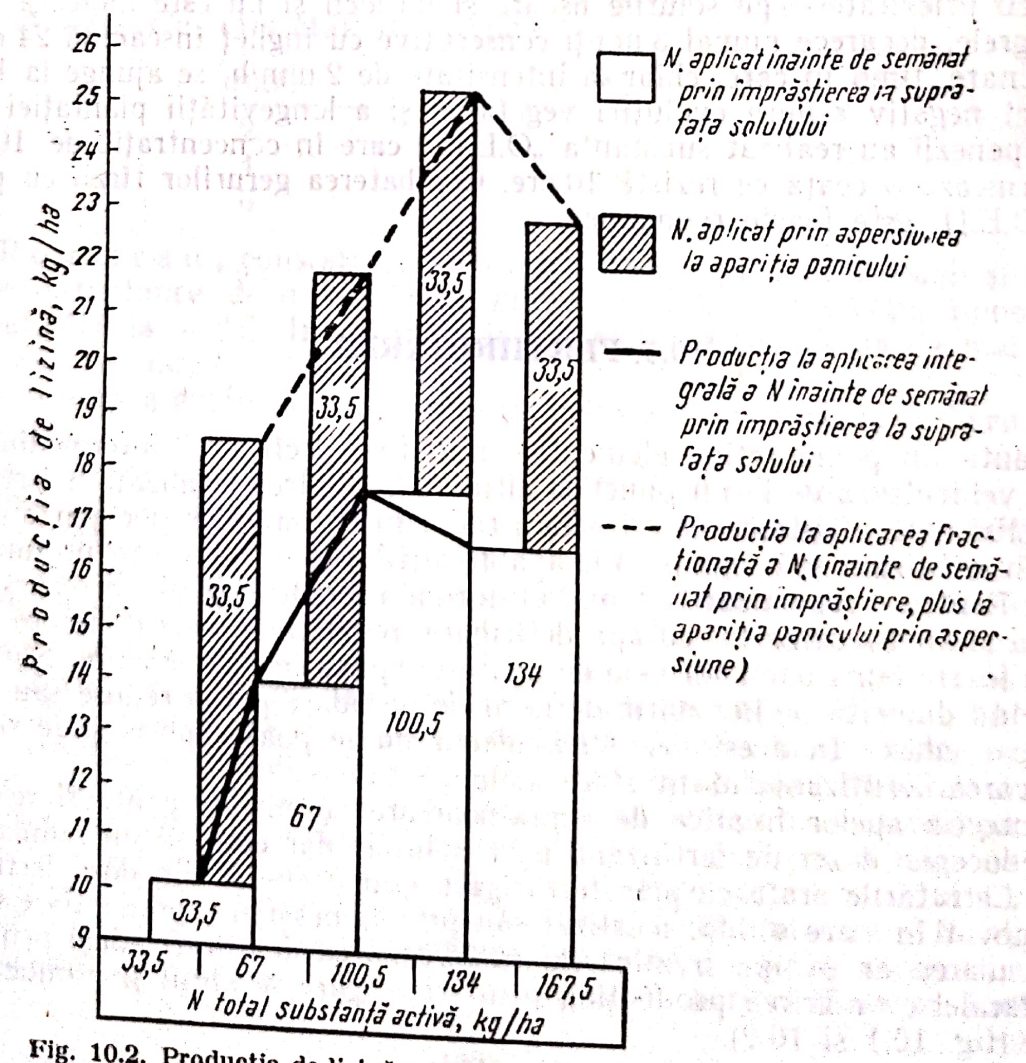


Fig. 10.2. Producția de lizină a boabelor de porumb *HS* 330 la fertilizarea și fertiirigarea cu *N* (după I. Păltineanu).

Scanned with OKEN Scanner

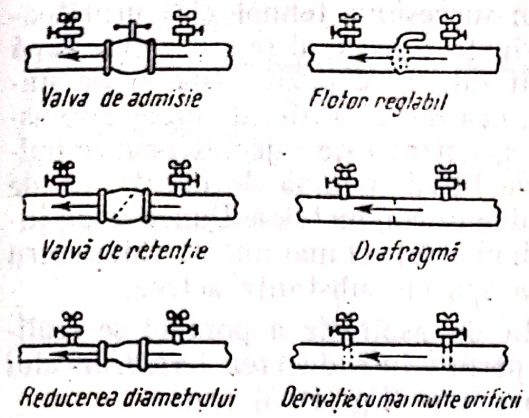


Fig. 10.3. Diferite dispozitive folosite pentru introducerea fertilizanților solubili sau lichizi în conductele de apă sub presiune.

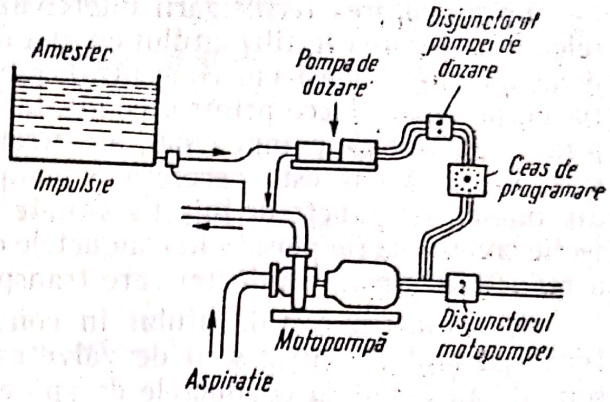


Fig. 10.4. Injectarea amestecului prin impulsuri folosind pompa de dozare.

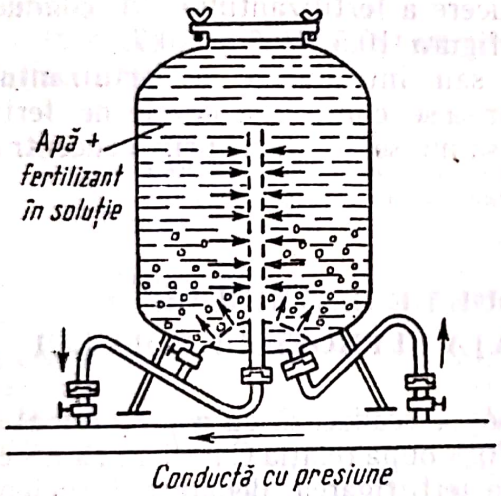


Fig. 10.5. Dispozitiv pentru amestecarea fertilizanților solubili.

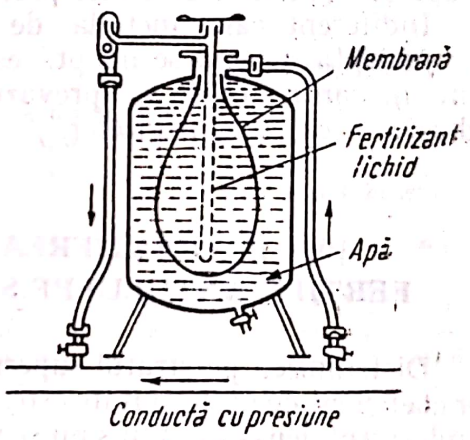


Fig. 10.6. Dispozitiv cu membrană pentru amestecarea fertilizantului lichid.

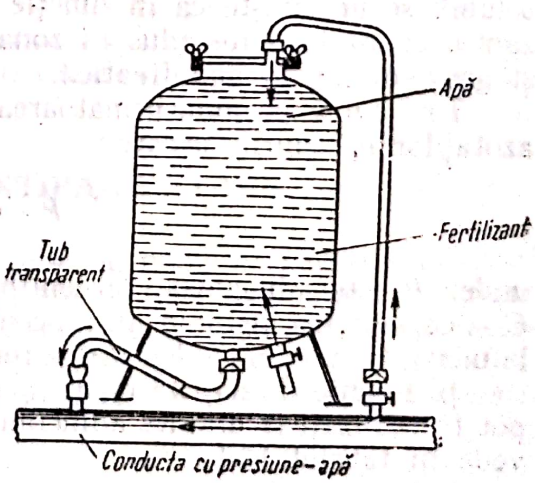


Fig. 10.7. Dispozitiv fără membrană pentru amestecarea fertilizantului lichid.

Scanned with OKEN Scanner

La executarea fertiirigării interesează în succesiune tehnologică următoarele: amestecarea fertilizantului cu apă de irigație; procesul se realizează după două metode: amestecul concentrat, pregătit într-un depozit situat lîngă stația de pompare, trece printr-o conductă spre cea de aspirație, de unde este aspirat și refulat de pompe; sau, amestecul concentrat este injectat prin impulsuri. În acest caz este necesară o pompă de filtru (pompă de dozat), fie de un număr de puncte de injecție situate la nivelul conductelor. Punctele de injecție trebuie să fie plasate în conductele cu diametrul cel mai mic posibil pentru a reduce lungimea conductei care transportă apa cu substanța activă.

Introducerea fertilizantului în conducta de aspirație a pompei se realizează cu ajutorul unor serii de valve care permit introducerea fertilizantului solubil sau lichid în conductele de apă cu presiune (fig. 10.3) prin:

— injectarea prin impulsuri cu ajutorul unei pompe de dozare cu presiune înaltă (fig. 10.4).

— injectarea în conducte cu ajutorul unor dispozitive mobile de amestec (fig. 10.5). În figura 10.6 și 10.7 se prezintă diferite dispozitive utilizate la obținerea unei soluții cît mai omogene.

Cele mai frecvente metode de introducere a fertilizantului în conducta de apă sub presiune sînt cele prevăzute în figura 10.5, 10.6 și 10.7.

Indiferent care metodă de amestec sau introducere a fertilizantului în conducta de apă se adoptă este necesar să se controleze dozele de fertilizant în cantitatea de apă prevăzută, încît să nu se producă prin concentrații ridicate necrozarea frunzelor.

10.4. ÎMPRĂȘTIEREA ȘI MODUL DE DISTRIBUIRE A FERTILIZANTULUI PE SUPRAFAȚA ȘI PROFILUL SOLULUI

Distribuirea pe stratul superficial de sol se realizează cu aspersoare al căror coeficient de uniformitate este în jur de 70% după relația Christiansen. Cînd vîntul depășește 2 m/s nu se recomandă fertiirigarea, deoarece coeficientul de uniformitate este redus, sub 40%.

A. Goeller constată o distribuire neuniformă a fertilizantului la suprafața solului chiar la viteza vîntului de 1 m/s;

Distribuirea pe profilul solului; la fertilizarea cu fertilizanți solizi ușor solubili se urmărește ca în funcție de adîncimea sistemului radicular, fertilizantul cu azot să fie adus în zona de unde poate fi ușor reținut de plantă și greu levigat în apa freatică.

Trocmé propune următoarea relație după care se realizează pătrunderea azotaților în solurile ușoare:

$$P = \frac{100 \cdot i}{C \cdot \rho_r} \text{ (cm)}, \qquad (10.1)$$

unde: P este adîncimea, în centimetri, la care ajung fertilizanții cu azot; C — capacitatea de cîmp, în procente; i — grosimea stratului de apă ce se dă la udare, în cm; ρ_r — densitatea reală a solului.

În funcție de această relație și de numeroase cercetări, fertilizanții cu azot pot fi localizați la diferite adîncimi pe profil dacă se acționează după cum se vede în tabelul 10.1.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 10.1

Localizarea fertilizanţilor în funcţie de durata udării (E. Moreno, 1970)

Localizarea dorită	Momentul aplicării fertilizantului faţă de durata totală a udării	Condiţii de aplicare
În stratul superficial	În a doua jumătate sau ultima treime	Arbori şi plante cu înrădăcinare superficială. Epoca în care ploaia poate surveni neaşteptat
În adîncime	La prima treime sau prima jumătate	Arbori şi plante cu înrădăcinare profundă sau cînd riscurile au loc la intervale mari
Eşalonare în adîncime	În 9/10 din durata udării	Arbori şi plante al căror aparat radicular este bine repartizat pe profilul solului

În cazul fertiirigării se cere precauţie faţă de natura produselor şi concentraţia soluţiei.

TABELUL 10.2

Fertilizanţi frecvent utilizaţi, solubilitatea lor în 100 litri apă, în kilograme şi substanţă activă (E. Moreno, 1970)

FERTILIZANTUL	În kilograme		În substanţă activă la 20°C		
	La 0° C	La 20° C	N	P_2O_5	K_2O
Azotat de calciu	102	122	18,3	—	—
Azotat de sodiu	73	88	14,1	—	—
Azotat de potasiu	13,3	31,6	4,03	—	13,6
Sulfat de amoniu	70,6	73	14,6	—	—
Uree solubilă	66,7	103,3	46,4	—	—
Azotat de amoniu	118,3	192	64,4	—	—
Fosfat monocalcic	14,8	1,5	—	0,81*	—
Fosfat monopotasic	42,9	20,2	—	10,5	5,65
Fosfat diamonic	—	66,1	11,8	31,2	—
Clorură de potasiu	27,6	34,0	—	—	20,4
Sulfat de potasiu	7,3	11,0	—	—	5,27
Bicarbonat de potasiu	—	33,0	—	—	15,0

* Nu se recomandă din cauza solubilităţii sale scăzute şi dispersiei neuniforme în apă

10.5. TRATAMENTE ANTIPARAZITARE

Prin irigarea culturilor cu instalaţii de aspersiune numărul paraziţilor animal şi vegetali se înmulţesc, ca urmare numărul tratamentelor antiparazitare creşte Folosirea instalaţiei de aspersiune la combaterea dăunătorilor accelerează intervenţia în lupta cu paraziţii şi asigură amortizarea în timp mai scurt a instalaţiei.

Instalaţiile de aspersiune utilizate în combaterea dăunătorilor asigură o serie de *avantaje* :

— efectuarea rapidă a tratamentelor ;

Scanned with OKEN Scanner

— posibilitatea de a aplica tratamentul, după o ploaie sau udare cînd terenul este umed și nu permite trecerea mașinilor care poartă pulverizatoarele;

— înlăturarea compactării terenului provocată de trecerea repetată a mașinilor de stropit;

— posibilitatea de a aplica tratamentul cînd distanța de plantare este mică;

— economie de forță de muncă;

— suprimarea unei părți importante din accidentele operatorilor care manipulează produsele fitosanitare.

În acțiunea antiparazitară succesiunea tehnologică urmărește obținerea unei repartizări optime a amestecului pe plantele tratate și limitarea la maximum a risipei de amestec.

Tehnica efectuării tratamentului se rezumă la:

— alegerea metodei de amestec care este asemănătoare cu cea prezentată la fertiirigare;

— cantitatea de produs antiparazitar și volumul amestecului care variază cu desimea plantelor, vîrsta și suprafața foliară. După Th. Platter cantitatea de amestec folosit în combaterea pătării merelor variază între 2 600—4 000 l/ha, iar cantitatea de produs antiparazitar nu depășește 8,5 kg/ha și nici nu poate fi mai redusă de 4,5 kg/ha;

— executarea tratamentului pe suprafața foliară umedă; în acest caz înainte de tratament se irigă timp de 10—30 minute, pericadă în care se verifică funcționarea aspersoarelor; după umezirea plantelor se deschide robinetul de admisie prin care amestecul concentrat pătrunde în conducta de apă sub presiune.

La terminarea injectării se execută o nouă serie de operațiuni tehnologice ca:

— oprirea instalației cînd primul aspersor a început să debiteze apă limpede;

— punerea în funcție a instalației de irigație, după uscarea produsului pe aparatul foliar, pentru a se spăla conductele timp de 3—5 minute. Dacă uscarea produsului antiparazitar se realizează în 4—5 ore, efectul coroziv asupra instalației crește.

Timpul necesar pentru efectuarea tratamentului este de 5—10 minute. Timpul care se scurge de la ieșirea amestecului din primul aspersor nu trebuie să depășească 4 minute.

Tratamentul fitosanitar se aplică cu succes la următoarele boli: prevenirea pătării merelor, distrugerea acarienilor, combaterea cancerului, combaterea afidelor. La unele boli sau paraziți tratamentul are eficacitate medie astfel la tratarea Oidiumului, Carpocapsei etc.

10.6. IRIGAREA DE ÎNVIORARE ȘI COLORARE

Cînd apa de irigație se distribuie pe aparatul foliar, evaporarea apei de pe frunze și cea de la nivelul jeturilor de apă creează un microclimat favorabil procesului de fotosinteză, mai ales în zonele aride.

Paralel cu irigarea de înviorare se practică și irigarea de „colorare" sau „pigmentare" a fructelor. O udare cu intensitate redusă în momentul matu-

rării fructelor le pigmentează, datorită efectului radiant amplificat de efectul lentilă al apei expuse la soare și care rămîne temporar pe suprafața fructelor, accelerînd procesul de transformare a acizilor organici în substanțe aromatice colorante (antociane și flavone).

Capitolul 11

AUTOMATIZAREA IRIGAȚIEI

Pentru a iriga rațional este necesar să se administreze solurilor cultivate — îndată ce se manifestă un deficit în aprovizicnarea cu umiditate — o cantitate de apă îndeajuns de mare pentru a le reumezi la capacitatea de cîmp pe adîncimea unde se găsesc majoritatea rădăcinilor.

Etapa în care societatea prezentă evcluează, cere ca transportul și distribuirea apei să se facă cu utilaj și echipament hidrotehnic modernizat, încît pierderea de apă să fie pe cît posibil minimă sau înlăturată, de aceea, orice schemă a procesului de irigație urmărește economia de apă.

11.1. HIDROMODULUL DE UDARE CARACTERISTIC ȘI PONDERAT

Tehnica de irigație în transportul și distribuirea apei la beneficiar folosește trei metode: prin distribuție continuă, prin rotație și la cerere. Indiferent de metoda utilizată în organizarea udării, este obligatoriu să se cunoască: debitul continuu sau debitul specific de dimensionare a sistemului sau hidromodul, (q) în l/s/ha. Determinarea lui se face în funcție de norma de udare din luna de vîrf de consum, pentru asigurarea de 80% (potrivit normelor departamentale — D.I.F.), obținîndu-se hidromodulul de udare al fiecărei plante (cunoscut și sub denumirea de hidromodul fictiv):

$$q = \frac{1\,000\ m}{T \cdot t} = \frac{m}{86{,}4\ T} \text{ (l/s și ha)} \qquad (11.1)$$

unde: q este hidromodulul fictiv de udare în funcție de planta respectivă; m — norma de udare, m³/ha; T — timpul luat în calcul pentru luna de vîrf de consum, zile; t — durata udării pe zi (86 400 secunde).

Debitul caracteristic este hidromodul de udare maxim care reprezintă cel mai mare debit continuu. De exemplu, cultura lucernei — între anumite limite climatice — în luna iulie are un consum maxim de 7 mm/zi.

$$q_c = \frac{70\,000\ l}{86\,400\ s} = 0{,}81 \text{ l/s.ha debit caracteristic } (q_c).$$

Scanned with OKEN Scanner

La debitul caracteristic se adaugă pierderile prin infiltrație, care în funcție de sol și climă se apreciază în jur de 25% din debitul caracteristic. În cazul de mai sus, 25% din 0,81 l/s/ha reprezintă 0,20 și (q_c) va fi:

$$q_c = 0{,}81 + 0{,}20 = 1{,}01 \text{ l/s/ha}$$

Din acest debit se scade media precipitațiilor lunare, de exemplu, la 40 mm precipitații din timpul lunii iulie se obține un debit caracteristic micșorat cu 0,15 l/s/ha.

$$q_c \text{ pentru luna iulie} = q_c - P \qquad (\text{l/s})$$

adică 1,01 —0,15=0,86 l/s/ha debit caracteristic pentru luna iulie.

Hidromodul de udare ponderat (q_{pond}) rezultă pentru întregul plan de cultură prin ponderea hidromodulului fictiv al fiecărei plante cu procentul de suprafață deținut de planta respectivă în cadrul planului de cultură, după care se însumează.

11.2. DISTRIBUȚIA APEI ÎN MOD CONTINUU

Principiul acestei metode constă în a da fiecărei unități agricole în mod continuu, în timpul întregii pericade agricole de udare debitul solicitat.

De exemplu, o unitate de 1 000 ha irigate, al cărei debit caracteristic a fost calculat, 0,8 l/ha, va primi în timpul perioadei de consum maxim, adică în timpul lunii celei mai secetoase, 800 l/s:

$$1000 \text{ ha} \cdot 0{,}8 \text{ l/s/ha} = 800 \text{ l/s}$$

Întreprinderea furnizoare de apă trebuie să ducă la nodul hidrotehnic al acestei unități debitul continuu necesar în fiecare lună, debit egal cu maximum 800 l/s. Distribuția apei pe fiecare parcelă urmează să se rezolve prin planul de folosire al apei din cadrul asolamentului unității. În planificarea și mînuirea debitului de udare se pot ivi trei soluții:

— *debitul cerut poate fi de cele mai multe ori egal cu modulul de udare* ceea ce înseamnă că exploatarea este foarte importantă. Beneficiarul în acest caz, va utiliza direct debitul care este furnizat, organizînd o rotație de udare pe culturi.

— *debitul cerut poate fi inferior modulului de udare*. Frecvent se poate observa că debitul necesar irigării este inferior modulului. Suprafața ce se va uda se va stabili după raționamentul: considerînd (q) hidromodulul de udare, (Q) debitul cerut, (s) suprafața teoretică a parcelei unitare de udat, suprafața (S) a parcelelor unitare va fi în acest caz:

$$S = s \cdot \frac{Q}{q} \qquad (11.2)$$

Raționamentul prezintă inconvenientul că se multiplică unitățile parcelare și cu ele rigolele, și astfel prețul de cost crește.

— *debitul cerut poate fi foarte mic față de modulul de udare și nu poate fi utilizat direct*; situația cere acumulare de apă în punctul cel mai înalt al exploatării, de unde apa trebuie să fie dirijată spre punctele de solicitare.

Scanned with OKEN Scanner

Volumul rezervorului va fi egal cu consumul zilnic cel mai mare în luna cea mai secetoasă, adică :

$$V(m^3)=86\,400 \cdot q \qquad (11.3)$$

unde : q este debitul continuu cerut.

Apa acumulată în rezervor constituie o rezervă care în caz de accidente în alimentare asigură pentru un timp continuitatea udării.

11.3. DISTRIBUȚIA APEI PRIN ROTAȚIE

Metoda este utilizată în toate țările cu amenajări vechi în care proprietatea este în general divizată.

Principiul metodei constă în aducerea apei la nodul hidrotehnic al fiecărei exploatări, la intervale determinate, cu un debit egal cu modulul de udare.

11.4. DISTRIBUȚIA APEI LA CERERE

Prin udarea corectă a unei suprafețe de teren cu sol lutos și luto-argilos se urmărește să se asigure în mod continuu umiditatea de peste 70% din capacitatea de apă în cîmp *(C)* pe un strat de sol de 20—30 cm. La acest regim de umiditate, regimul evapotranspirației potențiale funcționează normal.

Irigarea „la cerere", trebuie înțeleasă că cererea este determinată cu ajutorul aparatelor specializate (tensiometre, aparate Bouyoucos etc.), care la rîndul lor sînt cuplate prin relee de nodul hidrotehnic și stația de pompare.

Cererea de apă în cazul prezentat se determină mult mai riguros înlăturîndu-se total subiectivismul și rutina.

Irigarea la cerere se realizează însă în condiții de cîmp unde prognoza viitoarelor precipitații se calculează numai ca cifră medie și incertă. Fenomenul conduce în unele zone la o umiditate excesivă în sol cu implicații asupra dezvoltării culturilor.

La realizarea unei producții mari se cere ca în toată perioada de vegetație culturile să beneficieze continuu de umiditate optimă.

Perfecționarea treptată însă a uneltelor de producție are drept urmare ridicarea productivității muncii. Întreprinderile cu productivitate ridicată sînt rentabile și pot să dezvolte o mecanizare complexă, iar ulterior automatizarea.

În sistemele mari de irigație, ce s-au proiectat și s-au executat și la noi în țară, nu este posibilă conducerea apei pe distanțe de zeci de kilometri fără un echipament modern. Orice neglijență sau nerealizare conform proiectului la amenajarea rețelei permanente conduce inevitabil la distrugerea fondului funciar pe zone mari.

Risipa de apă, de 50—60% în unele sisteme de irigație, a condus la producții mici și scumpe, iar solul a evoluat spre mlaștină sau sărătură.

Prin completa automatizare a sistemului de irigații se pot înlătura toate aspectele negative survenite în amenajările vechi.

Scanned with OKEN Scanner

11.5. CLASIFICAREA SISTEMELOR AUTOMATIZATE

Din sursă, prin canale permanente și conducte, apa este adusă la nodurile hidrotehnice prin:

— *sistem de comandă și reglare din amonte*; se aplică cînd sursa de apă este insuficientă. Sistemul necesită multe intervenții constructive tehnice. În cazul refuzului de apă în acest sistem, apa nepreluată de la nodul de distribuție se pierde prin extremitatea sistemului. Exploatarea unui asemenea sistem solicită un personal numeros;

— *sistem de comandă și reglare din aval.* Apa reținută în tronsoanele din aval ale canalului magistral formează o salbă de biefuri pline cu apă, alimentîndu-se în trepte unul din altul. Acest sistem de comandă prezintă o serie de inconveniente:

— canalele au pante mici;

— debitele necesare după încetarea reglării sînt menținute numai prin diferențe de nivelul de apă maxim și minim;

— cînd o vană se blochează sau se dereglează în momentul cînd este nevoie de debit și dacă această solicitare scade sau încetează, vanele din aval se vor închide pe rînd și va urma o creștere a nivelului de apă și o debordare în bieful situat în aval de vana blocată;

— costă cu 5—10% mai mult decît comanda din amonte la debite mai mari de 20 m^3/s;

— *sistem de comandă mixtă* (aval+amonte). Acest sistem răspunde economic mai bine decît cele două prezentate.

În tehnica irigației se urmărește nu numai automatizarea aducțiunii ci și automatizarea distribuirii apei de irigație.

11.6. TRANSMISIA COMENZILOR ÎNTR-UN SISTEM DE IRIGAȚIE AUTOMATIZAT

Atît la aducțiune cît și la distribuția apei, transmiterea comenzilor se realizează pe cale electrică, hidraulică și electronică.

Transmisia pe cale electrică este frecvent folosită în majoritatea sistemelor de irigații cu următoarele dezavantaje majore:

— solicită energie electrică, care nu întotdeauna este disponibilă sau trebuie transportată de la distanțe mari;

— necesită programare centralizată, complicată și costisitoare;

— aparatura centrală și periferică necesită întreținere frecventă și specializată.

Transmisia pe cale hidraulică este cea mai bună din punct de vedere al concepției deoarece aparatura este simplă și economică, iar întreținerea se execută ușor.

Principalele dezavantaje ale transmisiei hidraulice sînt:

— transmisia comenzilor cu transport de apă, pe distanțe mari, prin conducte este costisitoare sau neadecvată;

— durata de „răspuns" la comenzi este uneori considerabilă, altecri numai cîteva minute, deoarece nu se poate realiza sincronismul necesar funcționării regulate a instalației;

— programarea centralizată cu centrală de tip mixt electrohidraulică este costisitoare.

Scanned with OKEN Scanner

Transmisia electronică (radio) este puțin cunoscută în practică din cauza următoarelor dezavantaje:

— operațiunile electronice sînt sensibile în raport cu mediul de utilizare și foarte scumpe;

— multitudinea de surse autonome de energie electrică, corespunzător fiecărei supape ce urmează a fi comandată ridică probleme de interferență.

Sistemul cu reglare telecomandată a unei rețele tinde să înlocuiască transmisia hidraulică.

11.7. PROGRAMAREA UDĂRILOR ÎNTR-UN SISTEM AUTOMATIZAT

Decizia zilnică de a uda sau nu este dependentă de mai multe variabile. Criteriul general însă se referă la o anumită limită de umiditate din sol. Cea mai economică decizie este aceea care minimizează suma pierderilor sezoniere și a cheltuielilor.

Pentru luarea deciziei celei mai economice trebuie să se țină seama simultan de scăderea producției culturii (datorită lipsei de umiditate din sol), de costul udării în scopul prevenirii acestor pierderi, precum și de viitoarele precipitații.

Dezideratele de mai sus au generat mai multe modele în programarea udărilor printre care mai importante sînt citate în continuare.

11.7.1. RISCUL CALCULAT

Reprezintă un model în luarea unei decizii obiective, prin faptul că asigură celui care trebuie să ia hotărîrea, o măsură cantitativă a riscului implicat în orice operație în care intervine incertitudinea. Folosirea acestui model în luarea deciziei cu privire la irigare implică calculul unei pierderi de producție scontate și compararea acestui calcul cu costul care ar fi necesar pentru prevenirea pierderii[1].

La irigarea unei culturi, pierderea poate fi datorită unui deficit de umiditate, iar evenimentul nefavorabil este lipsa de ploaie[2].

Probabilitatea apariției vreunui eveniment potrivnic este în acest caz diferența dintre umiditate și probabilitatea de precipitații; costul prevenirii pierderilor scontate este costul irigației. Criteriul real obținut din principiul riscului calculat poate fi ajustat astfel ca pierderea anticipată să nu apară ca atare.

Probabilitatea pierderii produse este comparată cu raportul dintre costul udării/pierderea ipotetică, după cum urmează:

$$P \begin{Bmatrix} > \\ = \\ < \end{Bmatrix} \frac{C}{L} \begin{cases} \text{— irigare} \\ \text{— oricare din situație} \\ \text{— fără irigare} \end{cases} \qquad (11.4)$$

unde: P este probabilitatea pierderii de producție care se produce; C — costul udării necesare pentru prevenirea pierderii ipotetice; L — pierderea care s-ar fi produs în caz că nu s-ar lua măsuri de protecție.

---

[1] pierderi se pot produce din exces sau deficit de umiditate a solului; de exemplu, se are în vedere deficitul de umiditate;

[2] o ploaie puternică imediat după udare este un eveniment advers.

11.7.2. DESERVIREA MASELOR (TEORIA AȘTEPTĂRII)

Într-un interval de timp scurt apare necesitatea irigării uneia sau mai multor culturi pe una sau mai multe suprafețe elementare cu norme de udare diferite în funcție de cerințele plantelor. Fluxul de intrare al cerințelor se deformează odată cu intrarea în sistemul de deservire cu o capacitate mai mică decît numărul maxim al cerințelor de irigație și apare fluxul de ieșire al cerințelor satisfăcute. Prin compararea fluxului de intrare și ieșire se poate cuantifica calitatea deservirii, adică gradul de asigurare al irigației.

În procesul de deservire trebuie să se dea prioritate cerințelor de irigare cu influență maximă asupra producției. Apoi se introduce un sistem de așteptare în ceea ce privește deservirea, dar numai pe o anumită perioadă. De aceea sistemul de deservire este provizoriu.

La primele experiențe de aplicare a modelului nu trebuie să se evite anumite simplificări. În cazul timpului constant de deservire fluxul de intrare se deformează numai la așteptarea satisfacerii. În cazul întîrzierii furnizării normei de udare din cauza capacității pline a instalației, se ajunge la scăderea sporului de producție. Dacă se neglijează această normă, producția scade și mai mult, dar scad și cheltuielile pentru salarii și energie, dependente de furnizarea normei de udare.

Timpul de deservire al unei cerințe depinde de mărimea cerinței, de norma de udare și de capacitatea agregatului de irigare. Necesitatea irigării depinde de condițiile climatice și de cerințele variate ale plantelor. Numărul cerințelor se modifică considerabil în timp și cu (ET) plantelor.

Pe baza regimului de irigare pe o perioadă lungă se poate stabili probabilitatea necesității satisfacerii concomitente a cerințelor; $0,1,2 \ldots k-n$ cerințe.

Dacă fiecărui număr de cerințe cu privire la irigații i se atribuie o anumită probabilitate a frecvenței, se obține fluxul de intrare al cerințelor.

Numărul cerințelor nesatisfăcute trebuie să fie astfel încît scăderea producției potențiale să se echilibreze cu economiile prețului de cost realizate prin construirea și exploatarea unei stații de deservire cu capacitate mai mică

11.7.3. PROGRAMAREA PRIN MODEL DE SIMULARE DINAMICĂ

Modelul simulării dinamice discutat și perfectat de N. I. Dudley (1972) pleacă de la ipoteza luării deciziei de irigare prin maximizarea venitului brut.

În programarea irigației atît precipitațiile cît și necesitatea pentru apă a culturilor sînt variabile stocastice, a căror statistică este în general cunoscută.

Modelul de programare dinamică cu două variabile de stare, procentul de apă al solului și nivelul bazinului de acumulare pe hectarul de cultură irigat, este frecvent utilizat în unele sisteme de irigație.

Variabila de decizie în modelul dinamic de programare este nivelul pînă la care se lasă să scadă procentul de apă accesibilă din sol înainte de irigare.

Probabilitățile de tranziție ale variabilei de stare, sînt generate de creșterea simultană a plantei în condițiile determinate prin trasarea curbelor reale ale precipitațiilor și evaporației.

Pentru simularea creșterii culturii se folosește un model de creștere a plantei pe baza ipotezei că creșterea plantelor încetează în zilele cînd transpirația potențială depășește transpirația reală. Beneficiul obținut este calculat printr-o *matrice de recompensă* asociată cu o matrice de probabilitate de trecere a variabilei de stare. Această matrice de recompensă și matrice

de probabilitate de trecere sînt stabilite prin folosirea unui model de creştere a plantelor, care simulează creşterea culturilor în timpul fiecărui nivel de programare dinamică.

Metodele de simulare a creşterii unei culturi. Pentru a explica variabilitatea vremii este necesar să se cuantifice efectul lipsei de apă asupra producţiei recoltabile sau sînt necesare calcule ale funcţiei de producţie (umiditatea solului — producţie reală). Umiditatea solului poate fi asigurată fie prin precipitaţii, fie prin irigaţie.

Etape în modelul de simulare. Modelul de simulare (umiditatea solului — creşterea plantelor) utilizat este similar cu cel aplicat de F l i n n şi M u s g r a v e (1967) şi include trei etape principale:

— calculul (ETR) zilnice;

— calculul umidităţii solului şi modul de distribuţie zilnică în zona rădăcinilor;

— calculul valorii creşterii zilnice, ca funcţie a solicitării atmosferice şi a stării umidităţii accesibile din sol.

Calculul valorilor zilnice ale (ETR) se realizează folosind relaţia:

$$ETR=ETP\cdot P; \quad ETP=E_0\cdot f. \tag{11.5}$$

unde: E_0 este evaporaţia zilnică la suprafaţa liberă a apei; f — „factorul cultură" care variază în decursul pericadei de vegetaţie şi are valori mici la începutul şi sfîrşitul pericadei de vegetaţie şi atinge maximum în faza de înflorire; ETP — evapotranspiraţia potenţială zilnică; P — factorul „sol", a cărui valoare în fiecare zi este o funcţie atît a evapotranspiraţiei cît şi a condiţiilor existente de umiditate accesibilă a solului din acea zi; ETR — în orice moment poate egala (ETP) dacă viteza maximă de absorbţie (Em) depăşeşte (ETP); Em — se referă la viteza maximă cu care apa din masa solului se ridică în plante. Este posibil să fie mai puţin decît suficientă umiditate şi evapotranspiraţia să se producă cu intensitate potenţială (ETP), în care caz se spune că planta este în stare de strees (tensiune, secetă în sol).

Viteza maximă cu care apa se ridică (Em) depinde de nivelul de umiditate şi forţa de sucţie a solului şi scade cînd umiditatea este redusă (pe cînd (ETP) depinde de condiţiile meteorologice).

Dacă (Em) este mai mic ca (ETP) sau intensitatea maximă de absorbţie este mai mică decît intensitatea evapotranspiraţiei, intensitatea reală a ET (ETR) va fi limitată la (Em); adică:

$ETR=ETP$ dacă $ETP<Em$ (în care caz $P=1$) şi

$ETR=Em$, dacă $ETP>Em$ (în care caz $P<1$).

Metoda generală de calculare a procentului de umiditate asimilabilă a solului în zona radiculară, la sfîrşitul fiecărei zile (SM), constă în aplicarea următoarei formule:

$$SM_t=SM_{t-1}+P_t+I_t+RE_t-ETR_t-DR_t \tag{11.6}$$

$$OP\leqslant SM_t\leqslant C$$

unde: SM_t este procentul de umiditate din sol în ziua t; P_t — precipitaţii în ziua t; I_t — cantitatea de apă de irigaţie distribuită în ziua t; RE_t — apa accesibilă în solul în care s-au extins rădăcinile în ziua t; ETR — (ETR) în ziua t; DR_t — percolarea în adîncime şi scurgere, în ziua t; OP — ofilirea permanentă; C — capacitatea de cîmp pentru apă; SM_t devine în acest caz procentul de umiditate accesibilă a solului la începutul zilei următoare.

Scanned with OKEN Scanner

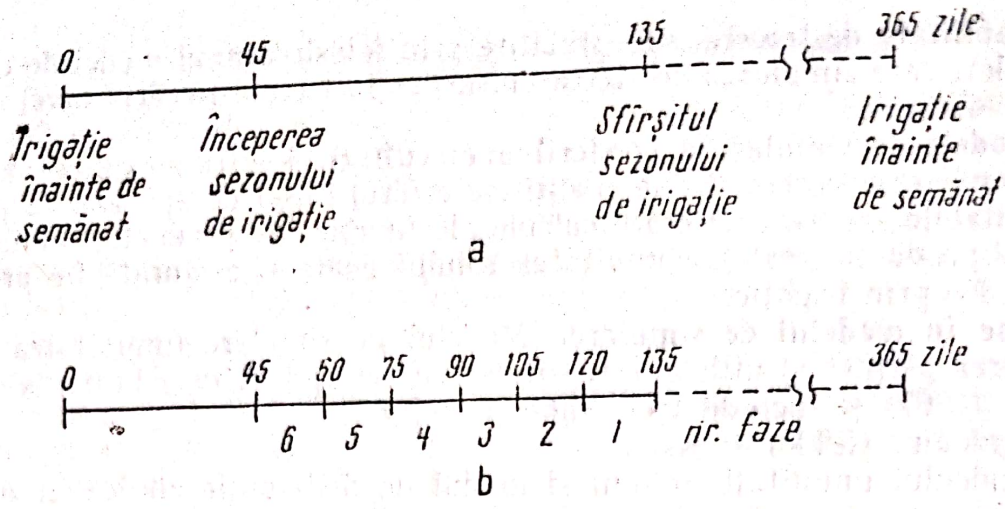


Fig. 11.1. Diagrama perioadei în care s-a menținut o limită constantă în irigație cu modelul de simulare (*a*) și fazele programării dinamice (*b*).

Se irigă ori de cîte ori umiditatea asimilabilă a solului scade pînă la un nivel stabilit anterior, denumit nivel final de umiditate a solului sau plafon minim.

Modelul de simulare, umiditatea solului — creșterea plantelor, prezentat mai sus, simulează evoluția culturii ca reacție la un nivel constant de umiditate finală a solului în timpul unei campanii de irigație de 135 zile, după cum rezultă din figura 11.1.

În loc de a se simula creșterea plantelor secvențială pe fazele campaniei de irigație în ordine cronologică, se poate simula creșterea plantelor în ultima fază, iar limita finală de umiditate a solului, care maximizează beneficiul în timpul fazei, poate fi aleasă ca limită optimă pentru acea fază.

11.8. AUTOMATIZAREA UDĂRII PE BRAZDE ÎN AMENAJĂRI CU CANALE DESCHISE

Modernizarea acestei metode a început cu introducerea sifoanelor, conductelor flexibile sau rigide, a stăvilarelor mecanice etc.

Automatizarea oricărui sistem de irigație cere un echipament ușor de mînuit și o serie de aparate complexe pentru controlul udării (fig. 11.2).

Succesiunea operațiilor pe care le execută un complex de automatizare este următoarea:

— înregistrează datele primare și calculează necesarul de apă al solului;

— aduce volumul de apă calculat pentru fiecare parcelă și îl distribuie conform cererii stabilite;

— oprește apa la nivelul stăvilarului de parcelă și asigură revenirea ansamblului de aparate, la faza de pregătire a udării următoare.

Pentru a realiza această succesiune se cere ca:

— terenul să fie amenajat în mod corespunzător cerințelor tehnice și economice;

— setul de dispozitive și aparate complexe de măsurat umiditatea și apa să fie ușor de manevrat și să prezinte siguranță la înregistrare;

— nodurile de distribuție să fie prevăzute cu stăvilare acționate prin relee de timp și electrice.

În proiectarea sistemelor automate amenajarea terenului este o operație importantă. Pe baza ridicării planimetrice și nivelitice, terenul trebuie nivelat în măsura cerută de eficiența maximă a sistemului proiectat. Numărul seturilor necesare pentru mecanizarea irigării pe brazde este dependent de amenajarea terenului. Rigolele din conducte, plasate la pantă mică, permit o manipulare mai ușoară a apei și creează posibilitatea dirijării mai multor parcele de la același stăvilar.

Capacitatea de reținere și de infiltrare a apei, adîncimea solului, omogenitatea lui, sînt elemente care trebuie analizate, și determinate pentru fiecare lot în parte.

Aparatele pentru determinarea umidității și a momentului udării sînt:
— tensiometrice; — tensiometre de diferite tipuri care înregistrează forța de sucție a solului și indirect umiditatea la un moment dat;

— electrometrice; — electrometru Bouyoucos și Mad-Nir-Nirim;

— radiometrice; — sondă cu neutroni rapizi.

Aceste dispozitive sînt legate prin relee — cu ajutorul curenților slabi — de calculatorul sistemului și prin aceasta de stația de pompare.

În sistemele de irigație cu conducte îngropate, dar care execută udarea la suprafață, dispozitivele de automatizare trebuie să asigure nu numai livrarea și distribuirea, ci și calitatea udării.

Transmiterea comenzilor hidraulice la anumite intervale de timp se realizează la stația de pompare cu ajutorul unui releu de timp, care corespunde unor norme de udare de 300—750 m³/ha.

Dispozitivul de programare asigură două regimuri de automatizare în executarea irigării:

— regim de irigare într-o singură repriză; toate orificiile conductelor de irigare sau aspersoarelor din sector sînt puse în funcție într-o anumită ordine succesivă — o singură dată — după care se oprește irigarea;

— regim de irigare ciclică, în care caz punerea succesivă în funcție a fiecărui orificiu de pe conducta de udare sau aspersor se face repetat.

Regimul de udare și mărimea volumului normei de udare sînt stabilite anticipat prin programator. Sistemele cu conducte îngropate se pretează mai ușor la automatizare, prin faptul că apa circulă cu presiune mai mare decît cea atmosferică (fig. 11.3).

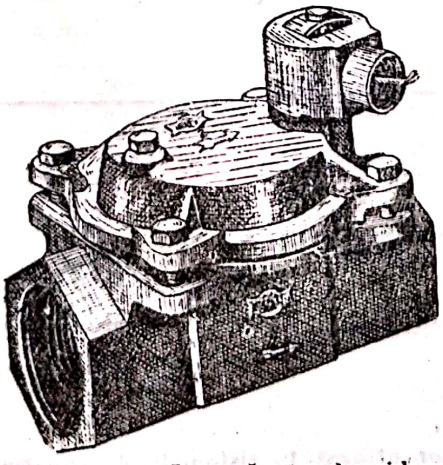


Fig. 11.2. Supapă cu solenoid.

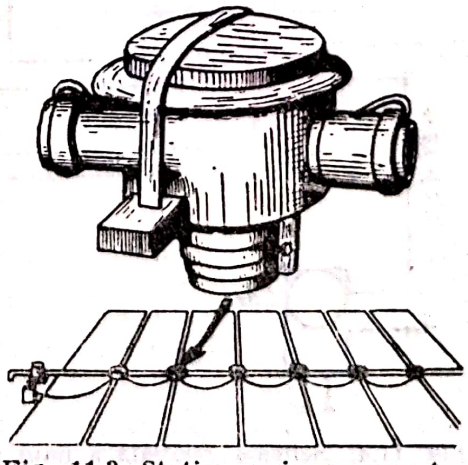


Fig. 11.3. Stația unui programator.

Scanned with OKEN Scanner

11.9. AUTOMATIZAREA ÎN SISTEMELE DE IRIGAȚIE PRIN ASPERSIUNE

Se consideră necesară numai automatizarea livrării și distribuirii apei. Calitatea udării depinde de parametrii aspersoarelor ce execută udarea.

Sistemul de irigație prin aspersiune, automatizat, cu conducte îngropate, cuprinde:

— stația de alimentare cu apă;
— instalația de dirijarea agregatelor de pompare;
— vane cu acționare electrică pentru reducerea presiunii în rețea;
— vană by-pass acționată electric, destinată evacuării apei din rețea în bazinul de aspirație;
— bloc auxiliar pentru acționarea electrică a vanelor;
— instalație de programare destinată emiterii seriei de comenzi electrice stabilite la vanele care reduc periodic presiunea în rețeaua închisă.

Scăderea periodică a presiunii în rețea (conform programării) se realizează prin comanda de închidere a vanei electrice din stația de pompare cu ajutorul releelor electrice și de timp.

În vederea reducerii presiunii în rețeaua de conducte, releul de timp are funcțiunea de a păstra un anumit interval de timp între comenzile de închidere a vanelor din stația de pompare (fig. 11.4).

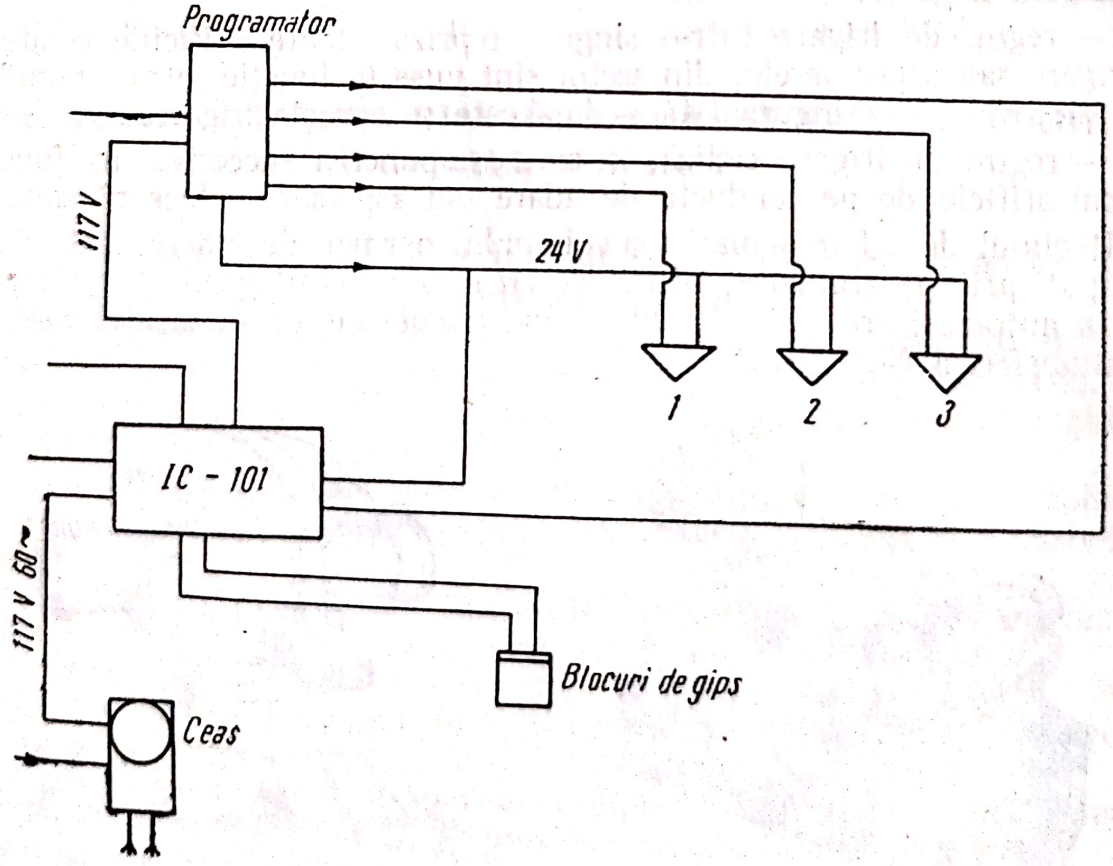


Fig. 11.4. Schema generală a unui programator utilizat în sistemele de irigație:
1, 2, 3 — stații ale programatorului.

Scanned with OKEN Scanner

Partea a treia

TEHNOLOGIA CULTURILOR IRIGATE, RANDAMENTUL IRIGAȚIEI ȘI OPTIMIZAREA CONSUMULUI DE APĂ

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 12

TEHNOLOGIA CULTURILOR DE CÎMP ÎN REGIM IRIGAT

12.1. LUCRĂRILE SOLULUI ÎN AGRICULTURA IRIGATĂ

La realizarea unor producţii mari şi constante un rol de seamă îl au lucrările ce se aplică solului. Prin lucrarea solului se înţelege un ansamblu de operaţiuni ce se execută în stratul arabil într-o anumită tehnică şi anumită succesiune, încît mişcarea apei să se facă cu uşurinţă pe toată perioada de vegetaţie, iar buruienile şi alţi dăunători animali să fie frînaţi în evoluţia lor distructivă. În cazul agriculturii irigate lucrările solului prezintă particularităţi generate de succesiunea plantelor, sistemul de fertilizare şi de regimul de irigaţie.

De la „mişcarea apei în sol" se cunoaşte că deplasarea apei pe verticală se realizează în principiu prin acţiunea a două forţe: forţa ascendentă generată de tensiunea superficială ce se manifestă la limita de separare aer-apă-sol din interiorul porilor şi forţa descendentă generată de gravitaţie (relaţiile 3.19 şi 3.24, capitolul 3).

Apa va ajunge la suprafaţa solului numai dacă există o presiune negativă, care pe toate solurile lucrate este foarte mică pentru că prin afînare (r) creşte.

Se demonstrează că prin arătură se frînează mişcarea apei. După relaţia tensiunii s-au condus cei care au pus în aplicare minimul de lucrări. Cu cît solul este mai afînat prin lucrări, cu atît mişcarea apei în solul nesaturat se face mai defectuos şi cu atît germinarea seminţelor şi reţinerea apei de către plante se face mai greu.

De la principiul tensiunii umidităţii solului s-a trecut la aplicarea practică a semănatului în sol tasat. Pentru realizarea stratului de sol tasat în adîncime, s-a recurs la tăvălugi care prin formele diferite de construcţie şi moment de inerţie, materializează dezideratul.

Studii şi cercetări riguroase executate în Cehoslovacia găsesc o corelaţie pozitivă între densitatea aparentă a solului şi producţia de grîu. Cînd densitatea aparentă, pe un tip de sol cernoziom levigat, a variat de la 1,46—1,54 g/m³ s-a obţinut cea mai mare producţie de grîu. Germinaţia şi înfrăţirea au fost net superioare pe solul tasat la 1,46 g/cm³. Fenomenul este semnalat şi în ţara noastră în cultura grîului şi porumbului, în sensul că pe toate solurile afînate puternic înainte de semănat, răsăritul întîrzie şi golurile în cultură sînt inevitabile.

Scanned with OKEN Scanner

12.1.1. MINIMUL DE LUCRĂRI

Solurile irigate sînt expuse într-o măsură mai mare cauzelor de pierdere parțială a fertilității. Levigarea sărurilor prin apa de irigație, îmlăștinare și salinizare, sînt fenomene ce se pot ivi mai frecvent decît pe solurile neirigate. Dacă regimul de irigare este condus strict științific și se aplică agrotehnica adecvată, fenomenele enumerate nu se declanșează iar fertilitatea solului nu scade. Arătura este un procedeu agrotehnic important în menținerea fertilității solurilor irigate. Cunoașterea adîncimii și alternanța arăturii, timpul și modul de executare reprezintă parametri axiali în eficacitatea arăturii.

Numeroase studii și cercetări arată că prin arătură adîncă, viteza de infiltrație ridicată a apei pe asemenea sol se menține un timp relativ scurt. Astfel, cînd stratul arabil s-a adîncit de la 20 la 30 cm, profilul umezit a crescut cu 20 cm în adîncime în primul an. În anul următor, umiditatea solului pe adîncimea de 1 m a fost cu 1—3% mai mare în parcela la care s-a executat arătura la 30 cm. Prin mărirea adîncimii arăturii, de 20 cm la 30, 35 cm, rezerva de apă din sol pe adîncimea de 1,00 m a crescut cu circa 650 m³/ha ceea ce echivalează cu o normă de udare. *Arătura adîncă mărește capacitatea de înmagazinare a solului pentru apă, dar nu capacitatea de reținere a apei.* Datorită faptului că forța de sucție scade cu afînarea, această apă circulă ca într-un sol saturat sub influența predominantă a gravitației. În stratul superficial de 0—20 cm, pelicula de apă se mișcă cu o viteză mai mică de 1 mm/h, viteză ce nu poate folosi germinării semințelor. Așa se explică de ce în mod frecvent pe solurile energic lucrate, afînate, germinarea și răsăritul plantelor este foarte întîrziat și eșalonat.

Economiștii au observat însă că odată cu creșterea productivității muncii are loc ridicarea prețului de cost al lucrării și nu invers. Volumul orei de muncă (cantitatea de sol ce poate fi răsturnată de agregatul de arat într-o oră) este direct proporțională cu viteza, iar cheltuiala pentru efectuarea lucrărilor este proporțională cu cubul vitezei. Economia de energie în lucrarea solului este astfel axiomatică.

În problema arăturilor de foarte multă vreme sîntem conduși de ipoteza creării patului germinativ uniform pe întreaga suprafață cultivată, fenomen ce s-a tradus în activitatea practică prin construcția de mașini ce execută arătura, discuirea și grăparea uniformă.

Avînd în vedere forța de sucție se înțelege că suprafața destinată rîndurilor de plante trebuie lucrată diferențiat față de zona intervalelor dintre rînduri (fig. 12.1).

La metoda de udare pe brazde, tocmai aceste intervale (zone) sînt supuse acțiunii directe a apei și permeabilitatea lor pentru apă trebuie refăcută pe cît posibil și prin arătură. Solul pe rîndul de plante trebuie lucrat în așa fel încît forța de sucție să nu scadă.

După cercetările lui L a r s o n (1967) solul ce va fi afectat rîndului de plante se lucrează în așa fel încît diametrul agregatelor să nu treacă de 0,6 cm. O arătură normală și negrăpată, efectuată numai pe intervale iar pe rînduri lucrat cu discuitorul, asigură producție mare și ieftină. Cu astfel de arătură, pe solul irigat prin scurgere la suprafață după metoda brazdelor, se modifică pentru scurtă durată infiltrația, apa va circula ușor pe intervalele dintre

Scanned with OKEN Scanner

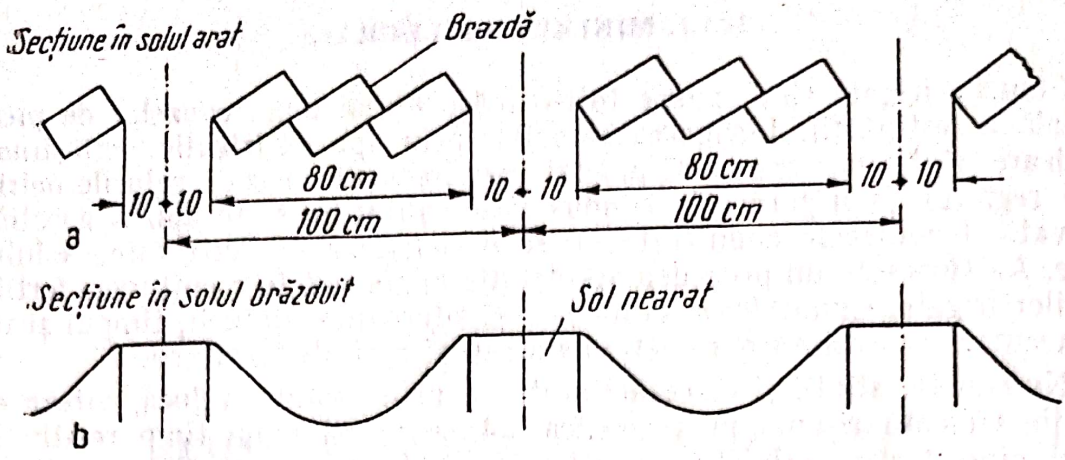


Fig. 12.1. Schema de lucrare a solului cu plugul (după L a r s o n W. E.)

rînduri și răsărirea plantelor se va face în timp foarte scurt, 4—5 zile. Pentru a se trece la o asemenea lucrare se cere modificarea totală a plugului și a altor mașini agricole. Plugul cu grindeiul independent răspunde material acestor studii și cerințe.

Îmbunătățirea permeabilității solului pentru apă și aer prin adîncirea treptată a arăturii și revenirea cu aceste lucrări la intervale scurte este necesară pe solurile puternic degradate fie prin procesul natural de evoluție, fie prin exploatare irațională.

Sînt studii care dovedesc că prin afînarea solului se stimulează activitatea microbiologică și ca urmare conținutul de nitrați și substanțe nutritive ușor solubile crește. A. K o l o s o v a, determinînd nitrații pe un sol ușor, arat adînc, a găsit în stratul de 0—100 cm 72,0 mg/1 kg de sol, în timp ce la o arătură superficială s-a găsit numai 34 mg/1 kg sol.

12.1.2. ADÎNCIMEA ARĂTURII

Precizarea adîncimii arăturii este o măsură dependentă de natura solului, de numărul de ani în cultura irigată și de planta cultivată.

În cazul culturii grîului, în funcție de adîncimea arăturii, L î s o g o r o v a determinat zaharurile din frunzele și din nodurile de înfrățire. Pe solele arate la 20 și 30 cm în cel de al treilea an de la executarea arăturii a găsit 230 mg zaharuri la arătura de 20 cm și 278 mg la grîul cultivat pe terenul arat la 30 cm.

Numeroase experiențe executate la noi în țară pe diferite tipuri de sol cu adîncimi variabile de arătură pe fond fertilizat și nefertilizat, sînt o dovadă justă a reducerii numărului lucrărilor solului în regim irigat. După 4 ani de studii producția de porumb în funcție de tipul de sol și adîncimea arăturii s-a diferențiat foarte puțin (tabelul 12.1).

Din cercetările prezentate se desprinde concluzia că solurile cernoziomice arate la adîncime mai mare de 20 cm, realizează sporuri mici de boabe numai în primul și cel mult în anul doi de la arătură.

Arăturile mai adînci de 15—20 cm n-au realizat sporuri de producție la grîu pe nici unul din cele 6 tipuri de soluri pe care s-au experimentat. Nu s-a observat nici o corelație între adîncimea stratului arabil și sistemul de fertilizare.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 12.1

Influența adîncimii arăturii asupra producției de porumb și grîu în condiții de irigare (N. Hulpoi)

Adîncimea arăturii	Stațiunea unde s-a cercetat						Producția medie pe 4 ani	
	Brăila	Jegălia	Roșeț	Fundulea	Caracal	Coțofeni	q/ha	spor
			Porumb fertilizat					
20 cm	81,7	77,2	89,3	91,7	75,3	72,5	81,3	martor
30 cm	82,0	81,8	89,2	92,7	78,6	74,8	83,2	2
30+10 (anual)	78,7	81,4	95,8	93,9	78,8	77,2	84,3	4
30+10 (la doi ani)	78,5	82,9	93,9	93,7	77,4	74,8	83,5	3
			Grîu fertilizat					martor
20 cm	41,6	44,7	45,6	36,9	32,4	37,2	39,7	
30 cm	41,4	46,7	46,3	36,5	32,6	36,3	40,0	1
30+10	40,8	47,5	48,7	36,4	31,9	37,0	40,4	2
Discuit	40,3	45,8	45,2	33,1	31,2	37,4	38,8	2

Adîncimea arăturii peste 15 cm n-a influențat semnificativ însușirile fizice (densitatea aparentă), microbiologice, (număr de bacterii) și chimice ale cernoziomului mediu levigat de la Fundulea (tabelul 12.2).

În multe țări se caută ca lucrarea solului să fie minimă sau chiar să lipsească (H. S. Phillips, M. H. Young, Jr. 1973, S.U.A.).

TABELUL 12.2

Influența adîncimii arăturii asupra conținutului de azot nitric, fosfor mobil, carbon organic pe cernoziomul mediu levigat de la Fundulea în cultura de porumb irigat

Tratamentul	Adîncimea arăturii	Azot nitric mg/1 kg sol		Fosfor mobil mg 100 g sol		Carbon organic %	
		0–20 cm	20–40 cm	0–20 cm	20–40 cm	0–20 cm	20–40 cm
Nefertilizat	15	11,45	10,75	1,98	1,50	1,38	1,35
	35	11,20	11,40	1,66	1,42	1,51	1,36
10 t gunoi $N_{64}P_{32}$	15	12,75	11,87	2,86	2,35	1,54	1,46
	35	12,00	11,20	2,60	1,76	1,62	1,51
$N_{64}P_{32}$	15	13,17	14,18	2,61	1,23	1,47	1,41
	35	11,80	11,54	2,02	1,38	1,51	1,42

Scanned with OKEN Scanner

Combaterea chimică a buruienilor și dăunătorilor dă posibilitatea ca semințele să încolțească, să vegeteze și să asigure producții rentabile. La noi în țară problema se experimentează și rezultatele din cercetare și producție sînt foarte rentabile (tabelul 12.3).

TABELUL 12.3

Influența metodelor de lucrare a solului și a fertilizanților asupra producției de grîu, q/ha, media 1967—1968, Fundulea (N. Hulpoi)

Lucrarea solului	Agrofondul		Media	Diferența
	$N_{90}P_{30}$	$N_{120}P_{30}$		
Arat la 20 cm	34,5	38,1	36,3	martor
Discuit de două ori	36,9	38,7	37,8	+1,5
Discuit o dată	34,6	37,3	35,9	−0,4
Freză	33,9	37,3	35,6	−0,7
Fără arătură (rotaseeder)	31,2	36,3	33,8	−0,2
Media	34,2	37,5		
Diferența, q/ha	martor	+3,3		

Cea mai mare producție s-a obținut în varianta discuit de două ori și arat la 20 cm. Semănatul grîului în sol nearat precum și lucrarea solului cu freza a diminuat producția pentru că nu s-a asigurat combaterea energică a buruienilor.

În unele state nu numai grîul se cultivă fără arătură dar și porumbul. Creșterea vegetativă și producția de boabe scot în evidență că porumbul poate fi cultivat fără arătură dacă se asigură totala distrugere a buruienilor și dăunătorilor pe cale chimică și biologică. Semănatul porumbului se face la adîncimea de 5—7 cm cu ajutorul unor mașini care introduc numai sămînța, restul solului nu suferă deplasări, răsturnări (fig. 12.2).

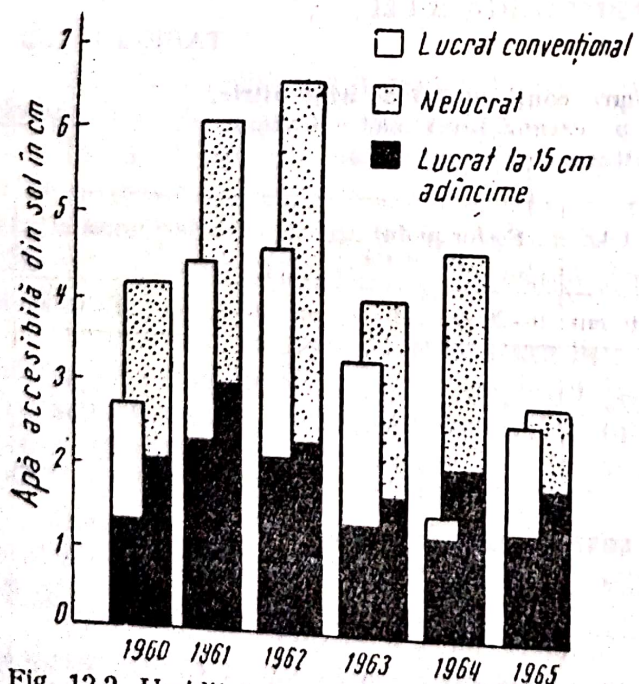


Fig. 12.2. Umiditatea medie accesibilă în sol pe lunile iunie, iulie, august, la adîncimea de 45,7 cm.

Rezolvarea cauzală cu privire la necesitatea și frecvența arăturii, preocupare destul de veche, solicită mai multe investigații de laborator, în fitotron și în casa de vegetație, loc unde factorii de vegetație se pot ușor controla și doza.

După ce s-au prezentat problemele majore ce privesc lucrarea solului la nivelul actual al setului de mașini cu care lucrăm, este necesar să cunoaștem cum trebuie să lucrăm solul irigat. Înainte de arătura pentru însămînțarea culturilor succesive terenul se udă după care se execută arătura la adîncimea de 15—18 cm. Pe solurile subțiri (brun deschis de

Scanned with OKEN Scanner

stepă, cernoziom castaniu carbonatat precum și sărăturile cu orizontul subarabil salin) arăturile adînci sînt contraindicate, deoarece scot la suprafață material nefertil, bogat în săruri nocive. Pe toate aceste terenuri se execută arătură la 15—20 cm simultan cu scormonitorul care lucrează la 10—15 cm.

Datorită irigației, mișcarea coloizilor din sol se face destul de ușor pe profil. Fixarea lor are loc pe primul strat de sol mai tasat. Ca urmare a acestui fenomen apariția hardpanului este observată în timp relativ scurt. Pentru îndepărtarea lui este necesar ca adîncimea arăturii să alterne.

Problema alternării adîncimii arăturii este în mare măsură condiționată de textura solului, mărimea normei de udare și cerințele plantelor. Pe solurile grele cu textură fină, se aplică norme de irigație mai mari și ca urmare tasarea este inevitabilă. Pe aceste terenuri arătura normală se face în fiecare an alternînd cu arătură de vară la 15—18 cm, destinată pregătirii terenului pentru culturile de vară succesive. Pe solurile ușoare și mijlocii nu este necesară arătura adîncă în fiecare an, iar dacă se execută, reprezintă o risipă de energie. Studiile stațiunii Kuibîșev (U.R.S.S.) demonstrează că arătura la 30 cm făcută în fiecare an pe solurile mijlocii este mai puțin eficace decît arătura alternă 20 cm cu 30 cm. Pe solurile mijlocii, L î s o g o r o v recomandă ca în asolamentele irigate de 5—7 ani, arătura adîncă să se facă numai de 2 ori și numai înaintea culturii plantelor rădăcinoase sau cu tuberculi.

Efectul prelungit al arăturilor foarte adînci asupra infiltrației depinde în cea mai mare măsură și de cantitatea de fertilizanți organici introduși în sol.

F u l t o n și E r i c k s o n au detectat prezența etanolului toxic în țesutul plantelor de tomate la două ore după ce fuseseră supuse unui regim lipsit de oxigen.

K e m p e r a înregistrat descreșterea oxigenului la irigarea prin aspersiune cu intensitatea orară mare. Prin irigarea îndelungată solul se impermeabilizează, cu repercusiuni asupra schimbului de gaze și implicit a oxigenului. Pentru a redresa procesul oxidativ s-a recurs la superlucrare, arătură fără cormană executată la adîncimea de 1,8 m. Lățimea fîșiei arate este 0,36 m iar distanța dintre brazde variază între 1,20—2,40 m. Mărimea distanței dintre brazde este determinată de gradul de impermeabilizare al solului irigat.

Umiditatea optimă necesară efectuării arăturii pentru solurile ușoare este în jur de 7% din masa solului uscat iar pentru cele mijlocii și grele 20—25%. Cînd umiditatea nu se cuprinde între aceste limite sau se află mult sub ele, se irigă terenul cu norme mici care să ridice umiditatea solului în stratul supus arăturii pînă la limita specificată.

12.1.3. SCHEME DE PRINCIPIU PENTRU LUCRAREA SOLULUI IRIGAT

Datorită faptului că orice plantă cultivată din asolamentul irigat urmează după o premergătoare tîrzie (adică după plantele timpurii, obligatoriu urmează culturi succesive) lucrările solului prezintă unele particularități:

— arătura adîncă nu se poate face decît toamna;

— vara terenul se ară la 15—18 cm, adică arătură de însămînțare;

— gunoiul de grajd nefermentat se poate aplica cu succes atît vara cît și toamna iar în cazul instalațiilor de irigație „Right rain" gunoiul se poate introduce odată cu apa de irigație.

Scanned with OKEN Scanner

Schema de lucrări pentru culturile de primăvară. În funcție de epoca de recoltare a plantei premergătoare — vara sau toamna — și în funcție de epoca semănatului culturii de primăvară — devreme sau mai tîrziu — se disting patru scheme diferite de lucrări:

— *cultura de primăvară tîrzie cu o premergătoare recoltată vara* (exemplu porumb boabe după grîu de toamnă irigat). Paralel cu recoltarea grîului paiele se toacă și rămîn pe suprafața respectivă. Se aplică fertilizanți chimici în dozele necesare culturii succesive. Se face udarea de aprovizionare și după svîntare se ară la o adîncime de 18±3 cm cu plugul în agregat cu grapa stelată. Se seamănă cultura succesivă. După recoltarea culturii succesive se aplică fertilizanți chimici (pentru porumb) formați din superfosfat și azotat. Azotatul poate fi aplicat numai parțial. Se discuie și se face arătură la 20 cm cu plugul în agregat cu grapa stelată. Primăvara terenul se lucrează energic cu grapa sau cu cultivatorul perpendicular pe arătura de toamnă. În vederea semănatului se lucrează cu discuitorul în agregat cu grapa cu colți reglabili și concomitent se aplică superfosfat granulat și restul azotatului;

— *cultura de primăvară timpurie după o premergătoare recoltată vara* (exemplu sfecla de zahăr după grîu de toamnă). După recoltatul grîului se administrează fertilizanți chimici necesari culturii de vară; în ipoteza că solul este umed se ară la 18 cm. Se seamănă cultura de vară și se irigă. Toamna, după recoltarea culturii de vară se administrează gunoiul de grajd proaspăt sau fermentat plus fertilizanți chimici (superfosfat, sare potasică și parțial azotat). Se discuie și se ară la 20 cm cu plugul în agregat cu grapa stelată.

— *cultura de primăvară timpurie după o premergătoare recoltată toamna* (exemplu floarea-soarelui după porumb). După recoltarea porumbului se aplică fertilizanți chimici, se discuie și restul lucrărilor sînt ca la sfeclă după grîu;

— *în cazul unei culturi de primăvară tîrzie după o premergătoare recoltată toamna* (exemplu porumb după porumb). Lucrările de toamnă sînt la fel cu cele de la floarea-soarelui după porumb iar cele de primăvară ca la porumb după grîu.

Schema de lucrări pentru culturile de toamnă. Condiționată de epoca de recoltare a plantei premergătoare, vara sau toamna, se disting numai două cazuri:

— *cultura de toamnă după o premergătoare recoltată vara* (exemplu grîu după grîu). Lucrările de vară se execută ca în cazul porumbului boabe după grîu. După recoltarea culturii de vară se execută udarea de aprovizionare iar după svîntare se administrează fertilizanți. Se ară la 20 cm cu plugul în agregat cu grapa stelată;

— *cultura de toamnă după o premergătoare recoltată toamna* (exemplu grîu după porumb boabe). Solul fiind umed după recoltarea porumbului, se ară la 20—22 cm, cu acest prilej se administrează fertilizanți chimici ca superfosfat, sare potasică și azotat. Udarea de aprovizionare pentru grîu în acest caz se aplică imediat după semănat, ca udare de răsărire.

12.2. SISTEMUL DE FERTILIZARE ÎN AGRICULTURA IRIGATĂ

În agricultura intensivă factorii de vegetație — lumina și căldura — afluează în mod natural, apa este controlată de om, iar elementele nutritive sînt asigurate în funcție de cerințe.

Scanned with OKEN Scanner

Prezența elementelor nutritive alături de ceilalți factori de vegetație asigură folosirea lor cu randament sporit.

În tehnica fertilizării, după o îndelungată perioadă de cercetare și experimentare, s-au formulat cîteva legi cu aplicabilitate universală.

Legea restituției elementelor asimilate prin recoltă de pe orice suprafață de teren cultivată. Pentru ca solul să nu se epuizeze în elemente nutritive este necesar să-i restituim cu prioritate: elementele fundamentale *N*, *P*, *K*, *Ca*; macroelementele *Mg*, *Na*, *S* și microelemente *Mn*, *Cu*, *Zn*, *Co* ș.a.

De remarcat că pe lîngă elementele asimilate prin recolte trebuie să se țină cont în egală măsură și de pierderile prin levigare. Analizele au demonstrat că *P* și *K* sînt foarte puțin levigate în timp ce *Ca* și în special *N* se levigă în cantități mari. Cercetarea de lungă durată în lizimetre la Quimper (Franța) în condiții de 1 089 mm precipitații anuale și temperatura medie de 14°C arată că spălarea elementelor nutritive este inevitabilă. Solul din lizimetre a fost foarte bogat în substanță organică. Rezultatul cercetărilor se prezintă în tabelul 12.4.

TABELUL 12.4

Levigarea unor elemente sub acțiunea apei (T h o l o n e t)

Lizimetru	Apa drenată prin 90 cm strat sol (mm)	Elemente pierdute cu apa drenată (kg/ha)				
		N	P_2O_5	K_2O	*CaO*	*MgO*
Întreținut necultivat	563	142	0,8	56	434	39
Întreținut cultivat	485	62	0,8	29	322	30

În funcție de (Σm), de stratul activ, felul culturii, sortul fertilizanților și metoda de udare, levigarea elementelor nutritive variază cantitativ.

Acest fenomen determină intervenția omului pentru a restitui elementele înlăturate din profilul activ al solului.

Legea restituției elementelor asimilabile care sînt blocate sau „dispărute" din complexul solului ca urmare a aplicării altor elemente în exces. Introducerea unui element fertilizant în sol condiționează și favorizează levigarea altor elemente.

Un exemplu clasic de levigare a unui element mineral din sol, care datorită aplicării unui alt element fertilizant s-a spălat, este *Mg* sub influența fertilizării potasice. Fenomenul este frecvent în sistemele de irigație unde se folosesc norme mari de irigație și în regim de precipitații naturale ce depășesc 600—700 mm/an.

Spălarea unor elemente poate fi urmărită și ca efect indirect al aplicării altor elemente. Astfel, fertilizarea cu săruri de azot ce conțin cationul NH_4^+ prin absorbirea lui în rădăcinile plantei pune în libertate cationi de H^+ care liberi fiind vor exercita o reacție antagonică față de Mg^{++} producînd levigarea lor.

Scanned with OKEN Scanner

Blocarea unor elemente nutritive, ca urmare a introducerii în sol, în exces, a celor patru elemente „fundamentale" s-a observat pe majoritatea solurilor în țară. D. S ă n d o i u a studiat în vase de vegetație efectul fertilizării cu *P* asupra zincului (tabelul 12.5).

TABELUL 12.5

Producția de tulpini și frunze de porumb (g/vas) în funcție de fertilizantul folosit

Fertilizantul	Fără zinc		Cu zinc	
	tulpini	frunze	tulpini	frunze
P_0	42,7	34,3	46,3	33,8
P_1	35,7	25,7	42,6	28,9
P_3	37,8	22,3	39,8	29,8

Fertilizarea cu *N* în doze mari conduce la blocarea cuprului asimilabil, fenomen frecvent, observat pe solurile sărace în cupru asimilabil (tabelul 12.6).

TABELUL 12.6

Dispariția, blocarea cuprului asimilabil sub influența dozelor de azot în cultura de raigras (A. V o i s i n)

Nitrat de amoniu g/vas	mg. $CuSO_4$ pe vas	
	0	200
	mg. de Cu/kg. S.U. de raigras	
0,5	8,8	13,1
1,0	6,8	9,3
2,0	6,0	7,8
4,0	4,2	11,5

Dozele mari de nitrat de amoniu au redus conținutul de Cu în substanță uscată de fîn (S.U.).

Excesul fertilizării cu K conduce la reducerea procentului unor macroelemente ca: Na, Ca, Mg, din substanța uscată a Dactylisului (tabelul 12.7).

TABELUL 12.7

Influența fertilizării cu potasiu asupra natriului, calciului și magneziului (după A. V o i s i n)

ClK/kg/ha	În S.U. de Dactylis s-au găsit următoarele % de :		
	Na	Ca	Mg
0	0,91	0,52	0,22
63	0,70	0,49	0,23
127	0,16	0,34	0,16
254	0,11	0,35	0,17
508	0,04	0,33	0,17

Scanned with OKEN Scanner

Fertilizarea însă cu K conduce și la reducerea borului din substanța uscată a unor plante (tabelul 12.8).

TABELUL 12.8

Influența fertilizării cu potasiu asupra borului (A. Voisin)

Gradul de saturație al solului în K %*	mg. de bor în S.U. de soia	
	Fără	Cu
	Adaos de bor**	
0,5	42	78
1,0	24	47
2,0	34	54
4,0	11	50
12,0	6	39

Dozele mari de calcar contribuie la reducerea Mg din S.U. de ovăz (tabelul 12.9).

TABELUL 12.9

Influența dozelor de calcar asupra magneziului (A. Voisin)

$CaCO_3$ g/vas	0	10	20
pH solului	5,8	6,6	7,0
Miligrame de magneziu în kilograme substanță uscată de ovăz	202,0	59,0	52,0

Scăderea cantității de Mg din substanța uscată se manifestă, la plante în vegetație, prin pete gri pe frunză iar la animale prin deformare osoasă și sterilitate. Aportul de $CaCO_3$ sporit, a determinat ridicarea *p*H-ului de la 5,8 la 7, sporire care a influențat scăderea cantității de Mg de la 202 la 52 *ppm*; *p*H-ul ridicat înseamnă reducerea numărului de H^+ din complex care în final conduce de la oxidarea de formă bivalentă a Mg asimilabil, la forma tetravalentă, neasimilabilă. Aplicarea de sulfat de amoniu determină „reapariția" magneziului asimilabil dispărut (tabelul 12.10).

TABELUL 12.10

Variația magneziului sub influența azotului (A. Voisin)

Fertilizat cu N, aplicat sub formă de :	ppm de Mg în S.U. de iarbă		
	Coasa I	Coasa aII-a	Coasa a III-a
Nitrat de NH_4	91	98	115
Sulfat de NH_4	141	158	158

* un grad de saturare al solului de 2% K corespunde unei doze de 300 kg/ha K_2O.
** adaosul de bor a fost de 2,2 kg/ha.

Scanned with OKEN Scanner

Excesul sau insuficienţa fertilizării cu potasiu a redus producţia de iarbă masă verde (tabelul 12.11).

TABELUL 12.11

Efectul fertilizării cu potasiu asupra producţiei de masă verde

ClK (kg/ha)	Masă verde (kg/ha)	% de Mg în masa verde proaspătă
0	7 620	0,85
63	8 100	0,72
127	18 100	0,62
254	23 000	0,41
635	19 000	0,39

În majoritatea ţărilor din Europa centrală şi occidentală, ca urmare a fertilizării cu K în exces se observă frecvent carenţa de Mg.

Legea priorităţii calităţii biologice. De aproximativ două secole agricultura a fost condusă de ipoteza că sporirea producţiei se datorează în mare măsură celor trei elemente *N.P.K*. Cercetările efectuate cu 1 —2 decenii în urmă au arătat că aplicarea fertilizanţilor trebuie să îmbunătăţească calitatea biologică (A. Voisin, 1964). Calitatea biologică reprezintă suma elementelor prezente în plantă, care prin ingerare contribuie la menţinerea unui metabolism normal în organismul animal sau om.

Despre calitatea biologică a producţiei s-au publicat numeroase lucrări ; majoritatea au însă o notă comună : fertilizare excesivă cu unele elemente, scade calitatea produsului (tabelul 12.12).

TABELUL 12.12

Producţia şi calitatea verzei albe sub influenţa azotului aplicat în doze variate (A. Voisin)

N. kg/ha	Producţia kg/parcelă	% de proteină brută în S.U.	% de lizină în proteina brută	Valoarea biologică a proteinei brute
0	10,15	17,2	4,4	66
30	15,95	14,9	5,2	70
120	17,23	15,9	5,3	60
240	18,25	16,9	4,0	61
360	21,04	18,4	3,0	54

Fenomenul de mai sus s-a înregistrat şi în cazul utilizării de magneziu în doze mari (tabelul 12.13).

TABELUL 12.13

Influenţa dozei de magneziu asupra vitaminei C (Voisin A.)

Doza de Mg (mg/vas)	mg de vitamina C în 100 g de substanţă uscată la varza de Bruxelles
0	480
10	556
50	597
100	497

Scanned with OKEN Scanner

Dozele mari de calciu au influență negativă asupra conținutului de caroten din frunzele de sfeclă de zahăr iar dozele mari de potasiu reduc conținutul de magneziu din serul sanguin (tabelul 12.14).

TABELUL 12.14

Excesul fertilizării cu K asupra conținutului de magneziu din serul sanguin al vacilor care păşunează, contribuind la apariția tetanusului ierbii

Păşune fertilizată cu K	% în S.U. din iarbă-păşune			Data		
				La grajd, înainte de păşune 23.04.57	25.04.57	03. 05.57
	K	Mg	Na	mg de Mg/100 cm³ ser sanguin — media pe vaci —		
Slab	2,33	0,16	0,13	2,52	2,38	2,18
Puternic	3,59	0,13	0,07	2,40	1,74	0,58

Efectul antagonic-fertilizant cu N față de Cu asupra calității biologice la masa verde și asupra conținutului de Cu în serul sanguin al animalului care paşte se poate urmări în tabelul 12.15.

TABELUL 12.15

Conținutul mediu (micrograme/100 cm³) de Cu în serul sanguin al junincilor care au păscut pe păşune (A. Voisin)

31 martie	2 aprilie	21 august	6 septembrie
A. Păşune care a primit în fiecare an, timp de 15 ani, 200 kg N/ha			
80	56	29	14
B. Păşune care a primit în fiecare an, timp de 15 ani, 80 kg N/ha			
79	72	65	57

Patrusprezece micrograme de Cu, în serul sanguin se traduce prin dereglarea profundă a metabolismului în animal. Ca rezultat direct sănătatea animalului se răsfrînge curent în sterilitate.

Generalizarea fertilizării multilaterale va conduce la obținerea unor produse universal asemănătoare sub aspect calitativ. În Europa ca urmare a fertilizării se consumă din vegetale de 4 ori mai mult K, de două ori mai mult P, de 1/2 ori mai puțin Mg, de 6 ori mai puțin Na și de 3 ori mai puțin Cu. Pe harta politică se consemnează unele boli ale „civilizației", de exemplu guşa în Olanda. Consumul variat de alimente provenite din foarte multe zone pedoclimatice nu a înlăturat anumite carențe ale solului olandez și guşa nu dispare.

Dacă pentru formarea unui strat de sol de 15—20 cm sînt necesari 5 000—7 000 ani, se înțelege că starea stabilizată a solului nu se poate

Scanned with OKEN Scanner

distruge repede. Solul fiind un mediu special care s-a format în mod pregresiv între litosferă, atmosferă și biosferă participă la multiplele cicluri care se succed între componenții ecosistemelor: ciclul apei, energiei, elementelor biogene cu mențiune specială la ciclul azotului, ciclul mineralogic al siliciului și aluminiului etc. Privit și analizat în conexiunea acestor cicluri solul evoluează în conformitate cu:

— *legea „ritmurilor specifice"* unde fiecare din proprietățile solului evoluează în sens favorabil sau nefavorabil în concordanță cu ritmul propriu. Prin capacitatea de „tampon" solul se opune solicitărilor, dar nu la infinit; dincolo de anumite limite solul începe să se degradeze. Prin combinări de factori puțin cunoscuți se forțează legile de evoluție. Fertilizarea irațională generează frecvent combinări ce conduc la alterarea fertilității solului;

— *legea „caracterului biodinamic"*; numeroase studii demonstrează și consideră normal ca un sol să primească sub formă de restituiri anuale aproximativ 30% din energia chimică totală elaborată în procesul fotosintezei. La acest nivel de „restituire" acțiunea speciilor biogene se desfășoară conform principiului lanțurilor de hrană.

Omul a conturbat legea caracterului biodinamic prin diminuarea sau exagerarea restituirilor organice.

— *legea „comportamentului specific"*; solul prin funcția de suport în paralel cu funcția fizică, chimică și biologică, în timp prin acțiune conjugată s-a ajuns la rezultanta fertilitate, care datorită exploatării și intervenției îndelungate a omului se manifestă diferențiat de la un tip de sol la altul.

Fertilizarea irațională în condiții de irigare poate să anuleze capacitatea productivă a solului formată în milenii.

12.2.1. FERTILIZAREA ORGANICĂ

Menținerea solului în stare de fertilitate bună este legată în măsură însemnată de humusul din sol. Umiditatea favorabilă din solurile irigate intensifică activitatea microorganismelor, ca urmare procesul de mineralizare al humusului se desfășoară într-un ritm accelerat întrecînd aproape întotdeauna ritmul de formare al humusului din resturile vegetale și animale.

Reducerea conținutului de humus pe solurile irigate are urmări defavorabile: scade conținutul de substanțe nutritive, micșorează capacitatea de reținere a apei și diminuează infiltrația.

În S.U.A., pe solurile din Minnesota și South Dakota, în 65 ani s-a pierdut 40% din substanța organică. Anual în climatul temperat se pierd 1,5—2% din humusul total al stratului activ de sol cultivat. Menținerea echilibrată a unui procent de substanță organică în sol depinde de următorii factori: textura solului, topografia terenului (influențează eroziunea și drenajul), clima, natura și felul vegetației sub care s-a format.

Pe baza reprezentării grafice a triunghiului granulometric s-a putut stabili procentul de substanță organică necesară fiecărei categorii de sol (fig. 12.3). La un procent de 3,0% substanță organică solul lutos este considerat la limita inferioară.

Ipoteza unor cercetări ca procentul de substanță organică să fie de 10—12% din procentul de argilă este infirmată de teoria combinării celor două categorii texturale, lut și argilă.

Scanned with OKEN Scanner

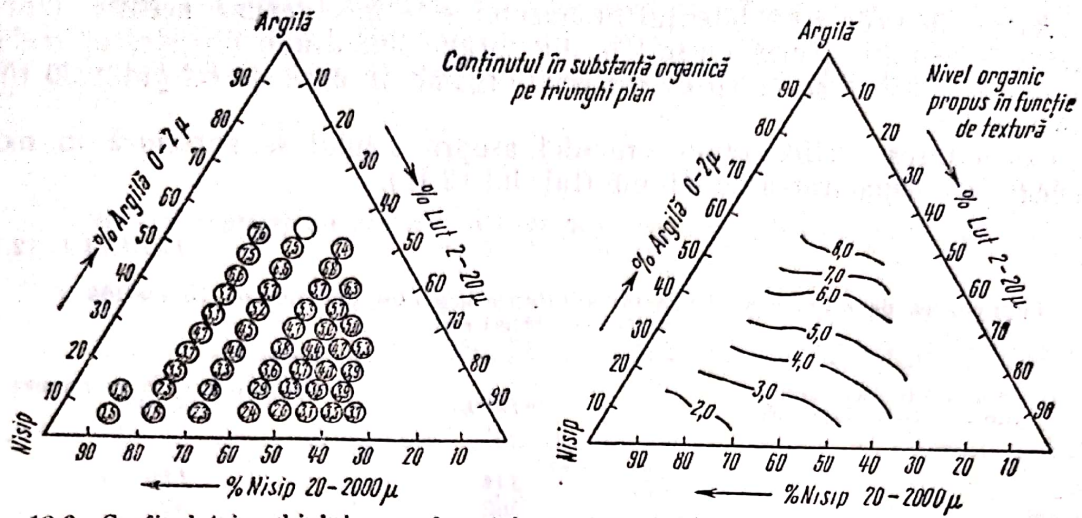


Fig. 12.3. Graficul triunghiului granulometric pentru stabilirea procentului de substanță organică.

Înregistrînd substanța organică (fig. 12.3) pe care trebuie s-o conțină un sol cu 25% argilă și 20 pînă la 50% lut se obține:

— 20% lut	4,2% substanță organică
— 30% lut	4,7% substanță organică
— 40% lut	4,8% substanță organică
— 50% lut	5,3% substanță organică

Pentru solurile cu 30% lut, sporirea, în raport cu procentul de argilă este:

— 10% argilă	2,8% substanță organică
— 20% argilă	4,0% substanță organică
— 30% argilă	5,2% substanță organică
— 40% argilă	6,3% substanță organică
— 50% argilă	8,4% substanță organică

Cantitatea de substanță organică menținută în sol după graficul triunghiului granulometric sintetizată în fig. 12.4, asigură condiții optime de creștere și dezvoltare a plantelor. Lucrările solului nu mai sînt necesare în numărul pe care-l aplicăm în prezent fără respectarea procentului optim de substanță organică.

Condițiile de mediu se modifică prin irigare și ca urmare menținerea la un anumit nivel sau creșterea procentului de substanță organică reprezintă o cerință absolută.

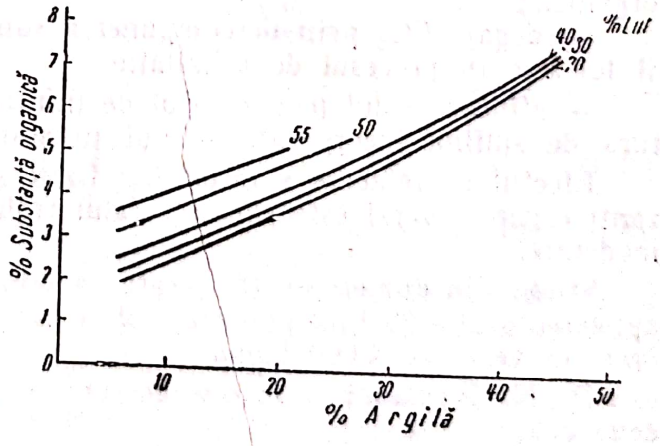


Fig. 12.4. Nivele organice propuse; relația între procentul de substanță organică și argilă, ținînd seama de procentul de lut.

Avînd în vedere că bilanțul humusului este întotdeauna negativ, (anual în zona temperată pierzîndu-se 2% din totalul humusului din stratul arabil) decurge necesitatea revenirii cu material organic în doză de cel puțin 30 t/ha în fiecare an.

Eficacitatea fertilizanților organici asupra solului se apreciază în mod frecvent prin capacitatea de schimb (tabelul 12.16).

TABELUL 12.16

Capacitatea de schimb a diferitelor substanțe organice descompuse în me/100 g (H. E. Myers)

Preparatul descompus din substanța organică	me/100g	Procente față de fracțiunea coloidală
Paie	344	555
Coceni	262	422
Lucernă	291	469
Humus extras din sol mineral	314	506
Fracțiunea coloidală din două soluri minerale	62	100

Absorbția fertilizanților de către plante se face în funcție de conținutul de umezeală al solului exprimat prin forța de sucție în felul următor :

la tensiunea de 0,0 atm	— % din fertilizanții reținuți
la tensiunea de 1/3 atm	100% din fertilizanții reținuți
la tensiunea de 1/2 atm	94% din fertilizanții reținuți
la tensiunea de 1 atm	78% din fertilizanții reținuți
la tensiunea de 3 atm	50% din fertilizanții reținuți
la tensiunea de 9 atm	34% din fertilizanții reținuți

Fertilizanți organici verzi (cultură de plante). Plantele cultivate și încorporate solului în stare verde au efect extrem de favorabil asupra fertilității solului :

— completează rezerva solului cu cantități foarte mari de substanță organică ;

— degajă CO_2 prin descompunerea substanței organice pe care plantele îl folosesc în procesul de asimilație ;

— afînează solul (coeficientul de infiltrație crescînd de 3 ori sub o cultură de sulfină încorporată solului în stare verde).

Efectul de refacere a însușirilor fizice și chimice ale solului prin fertilizanți organici verzi este superior celui realizat de gunoiul de grajd în doze moderate.

Studii din numeroase țări arată că sporul obținut la cartofii irigați prin aplicarea a 20—30 t/ha gunoi a fost în medie de 3 500 kg iar la fertilizanții organici verzi de 4 600 kg/ha.

D. N. Prianișnikov deosebește pentru fixarea azotului din aer două căi :

— calea tehnică, bazată pe energia concentrată într-un anumit punct (cărbunii, cascade), cu instalații scumpe ;

Scanned with OKEN Scanner

— calea biologică, unde se foloseşte energia solară şi planta. Ambele căi sînt importante şi nu se pot înlocui una pe alta. Azotul obţinut pe cale tehnică este totdeauna mai scump decît cel rezultat pe cale biologică (tabelul 12.17).

TABELUL 12.17

Situaţia suprafeţelor ocupate cu fertilizanţi organici verzi în cîteva ţări (I. C. Popescu)

Ţara	% din suprafaţă ocupată cu plante fixatoare de N	Teren la un locuitor (ha)
Franţa	20	1,35
Danemarca	32	1,25
U.R.S.S.	2,5—3	5,00

Studiile efectuate pe nisipurile din R.S. România la Tîmburești scot în evidenţă următoarele plante ce pot fi cultivate şi folosite ca fertilizanţi organici: lupinul alb 18—43 t/ha, fasoliţă 12—28 t/ha, soia 10—18 t/ha masă verde (tabelul 12.18).

TABELUL 12.18

Indicii hidrici ai solului după lupin alb + N_{132} cultivat pentru fertilizant verde în stratul de nisip 0—20 cm (masa organică aeriană 29 200 kg/ha) (I. C. Popescu)

Indici hidrici	Înainte de experimentare %	După un an de la încorporarea fertilizantului verde %	Diferenţa %
Higroscopicitate maximă (Hy)	1,05	1,79	0,74
Coeficient de ofilire (C_o)	1,66	2,60	1,04
Capacitate de cîmp (C)	7,07	8,70	1,63
Capacitate capilară (C_c)	22,17	24,60	2,43
Capacitate totală (C_t)	23,12	25,90	2,79

Influenţa plantei leguminoase cultivată pentru a fi întrebuinţată la fertilizarea nisipurilor s-a menţinut 2—3 ani.

Două substanţe organice identice încorporate în două soluri diferite, sau la diferite momente ale anului pot să evolueze diferit.

Două substanţe organice diferite, încorporate în acelaşi timp şi în aceeaşi parcelă vor genera un tip de humus diferit. Aşa se explică producţia foarte variabilă în condiţiile fertilizării organice.

Ca fertilizanţi organici se pot cultiva şi alte plante care să dea masă verde în cantitate mare într-o perioadă scurtă de timp. În R.P.Ungară plantele cultivate din alte familii în acest scop sînt: topinamburul, floarea soarelui etc., care dau 72 400 respectiv 58 000 kg/ha material organic.

Scanned with OKEN Scanner

Unele cercetări scot în evidență folosirea algelor verzi și albastre ca fertilizanți organici specifici în orezării unde sporul de azot echivalează cu 200 kg/ha sulfat de amoniu.

În S.U.A., se cultivă pentru fertilizanți organici verzi următoarele plante: sulfina albă, lupin alb, lespedeza (*Lespedeza striata*), *Pueraria thunbergiana*, *Crotolaria striata*, *Cyamopsis psoraaloides* ș.a.

În țara noastră leguminoasele indicate a fi cultivate ca fertilizanți organici sînt: lupinul alb, fasolița pentru solurile din sud, lupinul galben și bobul pentru nordul țării.

Dintre alte specii de plante sînt indicate în primul rînd porumbul, apoi hrișca, floarea soarelui, rapița, muștarul, secara, iarba de Sudan.

Plantele destinate pentru fertilizanți organici verzi se pot cultiva în cultură succesivă, cultură ascunsă și mai rar în cultură principală.

Resturile vegetale. În agricultura irigată strujenii, paiele și vrejii rezultați sînt în cantități mari, întrecînd posibilitățile de utilizare ca așternut sau ca furaj grosier în hrana animalelor, astfel că resturile vegetale ce prisosesc se folosesc ca fertilizanți organici. După descompunerea acestora solul se îmbogățește în substanțe nutritive solubile.

În comparație cu gunoiul de grajd nefermentat (la care imobilizarea azotului din sol durează un timp scurt fiindcă acesta conține și cantități însemnate de substanță proteică care se mineralizează îmbogățind solul în azot), paiele și strujenii au conținut scăzut de substanțe proteice deci sînt mai greu accesibile microorganismelor, de unde necesitatea asocierii acestora cu fertilizanți chimici cu azot.

Pe lîngă aportul de substanțe nutritive solubile, paiele și strujenii mai au și alt efect destul de folositor asupra însușirilor fizice și hidrofizice: măresc permeabilitatea, capacitatea pentru apă și porozitatea, înrîurind activitatea microbiană din sol.

Experiențele efectuate la Fundulea în cultura de grîu irigat și fertilizat cu resturi vegetale justifică din plin necesitatea întrebuințării lor (tabelul 12.19).

TABELUL 12.19

Producția de grîu în zona cernoziomurilor levigate din sudul și estul țării în perioada 1962—1965 (N. Hulpoi)

Felul și doza fertilizantului	Producția (q/ha)			Spor %
	Fundulea	Aradul Nou	media pe zonă	
5 t/ha coceni + N_{64}	30,5	29,9	30,2	Martor
5 t/ha coceni + $N_{64}P_{32}$	33,3	29,8	31,5	4
5 t/ha paie + $N_{64}P_{32}$	33,2	28,1	30,6	1

Strujenii de porumb au efect mai mare asupra producției decît paiele. De aici rolul culturii grîului în succesiunea grîu-porumb. Cantitatea de 5 t/ha paie sau coceni reprezintă echivalentul producției/ha la minim, pentru a se obține aceste resturi vegetale. Introducerea sub brazdă a resturilor organice (strujeni) se face după ce în prealabil au fost tocați cu mașini adecvate.

Scanned with OKEN Scanner

Pe terenurile irigate se pot folosi ca fertilizanţi orice resturi de vegetale ca: tulpini de floarea soarelui, vreji de cartofi, resturi de tulpini de fasole sau mazăre etc.

Pentru reuşita arăturii de încorporare, se cere obligatoriu ca resturile vegetale să fie tăiate scurt. Cantitatea de resturi ce se poate introduce sub brazdă este în funcţie de gradul de tasare al solului şi de disponibilul în gospodărie, oscilînd de regulă între 5—20 t/ha.

Pentru grăbirea procesului de descompunere împreună cu resturile vegetale trebuie adăugaţi fertilizanţi chimici.

Gunoiul de grajd. Prima sursă de material organic şi cea mai ieftină o reprezintă gunoiul de grajd. În agricultura irigată producţia vegetală fiind mare şi numărul de animale sporeşte, ca urmare gunoiul de grajd colectat în doze mari urmează să fie aplicat solului în cantităţi mai mari şi la intervale mai scurte faţă de agricultura neirigată.

Eficacitatea gunoiului de grajd este sporită cînd se adminstrează împreună cu fertilizanţii chimici. Experienţele din ţară, cu soiul de grîu Bezostaia 1, scot în evidenţă necesitatea aplicării fertilizanţilor în complex (chimici şi organici) (tabelul 12.20)

TABELUL 12.20

Producţia de grîu în zona cernoziomurilor levigate din sudul şi vestul ţării 1962—1965 (N. Hulpoi)

Varianta	Producţia (q/ha)			Spor de producţie %
	Fundulea	Aradul Nou	Media pe zonă	
10 t/ha gunoi	26,9	24,3	25,6	Martor
10 t/ha + N_{64}	36,5	35,3	35,9	40
10 t/ha + $N_{64}P_{32}$	36,5	36,6	36,6	45

Experienţele din mai multe ţări precum şi din ţara noastră demonstrează că eficacitatea gunoiului de grajd proaspăt este la fel ca şi a celui fermentat. (tabelul 12.21).

TABELUL 12.21

Rezultatele experimentale obţinute la Fundulea privind utilizarea gunoiului de grajd fermentat şi nefermentat (N. Hulpoi)

Varianta	Producţia de porumb (kg/ha)	Spor de producţie (%)
Nefertilizat	7 003	Martor
40 t/ha gunoi fermentat	8 164	18
40 t/ha gunoi proaspăt	8 082	17

Din aceste cîteva rezultate se desprinde peremptoriu necesitatea folosirii gunoiului de grajd indiferent de stadiul de fermentare. În viitorul apropiat se întrevede folosirea gunoiului chiar în furajarea animalelor. Studiile şi rezultatele economice prezente îndreptăţesc extinderea schemei de furajare „Wastelage".

Scanned with OKEN Scanner

Circulația sărurilor solubile este mai intensă în solurile irigate și se datorează următoarelor două cauze principale: intensificarea proceselor microbiologice, capacitatea mare de dizolvare și de spălare a apei.

Substanța organică existentă în sol și cea introdusă prin mijloace agrotehnice suferă un proces de mineralizare accelerată. Absorbția elementelor nutritive de către plantele cultivate prin intermediul microorganismelor se face într-un ritm susținut în comparație cu plantele cultivate pe solurile neirigate (tabelul 12.22).

TABELUL 12.22

Exportul de elemente nutritive în regim irigat (aproximativ)

Specia	Elementul și cantitatea (în kg substanță activă) consumată pentru formarea a 100 kg boabe			Observații
	N	P_2O_5	K_2O	
Porumb	2,5	1,0	2,2	
Grîu	2,3—3,3	1,1—1,8	1,9—3,7	
Orz	2,5	0,9	2,2	
Orez	24,0	12,0	32,0	
Soia	8,3	2,2	2,8	
Floarea soarelui	4,7	2,7	20,0	
Sfecla de zahăr	0,4—0,64	0,16—0,18	0,6—1,0	100 kg rădăcini
Cartof	0,5	0,2	0,8	100 kg tuberculi
Lucernă	2,5	1,5	1,5	100 kg fîn

Fertilizanți chimici cu azot. Produsul final al descompunerii substanțelor proteice ajunse în sol este amoniacul, care parțial rămîne sub formă gazoasă în aerul solului. O altă parte se dizolvă în apă ca hidroxid de amoniu fixîndu-se în complexul adsorbtiv al solului. Bacteriile transformă o parte din amoniac în nitrat, în cîteva etape. Plantele utilizează azotul sub formă de nitrați cît și sub formă amoniacală. Prin introducerea fertilizanților chimici cu azot se completează rezerva de nitrați elaborați în sol, prin procesul nitrificării.

Bacteriile nitrificatoare au nevoie de un mediu umed, aerat și cald. Umiditatea optimă pentru desfășurarea procesului nitrificării este de 18—20% din masa solului uscat (tabelul 12.23).

TABELUL 12.23

Cantitatea de nitrați în funcție de umiditatea din sol (S. D. Lisogorov)

Varianta	Umiditatea solului (% față de capacitatea capilară pentru apă)			
	20	40	60	80
Imediat după udare	35,5	35,5	35,5	35,5
La o zi după udare	35,6	35,9	25,9	25,1
La 10 zile după udare	35,6	38,6	46,1	0,1

Scanned with OKEN Scanner

Studiindu-se tensiunea umidității solului s-a găsit o corelație pozitivă între acumularea nitraților și solurile luto-prăfoase-formate pe loess.

La doze nelimitate de azot sub formă amoniacală cantitatea maximă de $N-NO_3$ acumulată, în ppm/zi, pentru toate solurile este la tensiunea de 0,1 bari. Pe măsură ce tensiunea umidității a crescut sau a descrescut, acumularea de $N-NO_3$ a scăzut față de valoarea tensiunii de 0,1 bari.

Tensiunea umidității (în bari)	Cantitatea de $N-NO_3$ (ppm/zi)
0,10	1,00
0,33	0,71
0,53	0,53
1,50	0,29
15,00	0,13

Bacteriile nitrificatoare sînt deci foarte sensibile la procentul umidității solului și prin urmare regimul de irigație are o influență importantă asupra procesului de nitrificare.

La irigarea prin scurgere la suprafață cu norme mici și dese, așa cum se irigă de pildă solurile grele, orizontul superficial al solului fiind umed continuu, nitrificarea este parțial întreruptă sau se produce cu totul neuniform. La fel stau lucrurile și la irigarea prin aspersiune.

Se poate spune că nitrificarea este condiționată de regimul de irigație. Cu cît se înrăutățesc condițiile de nitrificare — din cauza irigației — cu atît apare mai oportună măsura de a suplimenta rezerva de nitrat din sol prin fertilizanți chimici cu azot.

Textura solului are și ea influență asupra valorificării azotului. Azotul nitric este valorificat în același procent atît pe solurile cu textură grosieră cît și pe cele cu textură fină, pe cînd amoniacul este mai bine valorificat pe solurile cu textură fină.

Cu cît soluția solului este mai concentrată cu atît absorbția amoniacului scade și crește cea a nitraților. De aici explicația că pe nisipuri trebuie să se folosească mai mulți fertilizanți chimici sub formă nitrică.

Cînd în soluția solului predomină Na^+, K^+, cationi cu mare putere de pătrundere în plantă, atunci se absoarbe bine și $N-NO_3$; invers se petrece fenomenul cînd în soluție se găsesc anioni cu putere mică de pătrundere în plantă ca Cl^-, în care caz NH_4^+ se absoarbe ușor. În prezența ambelor forme de azot (amoniacal și nitric) calciul favorizează asimilația amoniacului și stînjenește pe cea a azotului nitric.

Bacteriile fixatoare de azot liber au o substanță organică numită ferrodoxină cu număr mic de molecule capabile să capteze azotul liber al atmosferei sub formă de amoniac. Aceste bacterii sînt aerobe; ca urmare, în prezența unei umidități în exces nu mai lucrează. Stimularea lor se realizează cu săruri de cobalt în doze foarte mici.

Plantele cultivate în condiții de umiditate redusă au conținutul în azotați mai ridicat. Se presupune că datorită solubilității mari a nitraților și clorurilor, ionii de azot precipită cei din urmă; ca urmare plantele îi pot reține încă din soluția solului. Paralel cu procesul nitrificării are loc și procesul denitrificării pe terenurile irigate abundent și fertilizate masiv cu fertilizanți organici nefermentați. În mediul bogat în substanțe organice hidrocarbonate și lipsite de aer (exemplu în orezării), bacteriile denitrificatoare care sînt anaerobe și heterotrofe, extrag oxigenul din nitrați, cu care oxidează materia organică hidro-

Scanned with OKEN Scanner

carbonată pentru a-şi procura energia necesară sintetizării substanţelor proprii. Are loc reducerea nitraţilor în nitriţi, amoniac şi azot liber ce se volatilizează. Denitrificarea este un proces dăunător, prin care azotul din sol este în cea mai mare parte nerecuperabil.

Din cele prezentate reiese că apa de irigaţie dată în cantitate mare are efect negativ asupra bilanţului nitraţilor din sol. Irigarea cu norme moderate devine obligatorie.

Necesitatea de a interveni cu fertilizanţi chimici azotaţi în agricultura irigată reiese din numeroase studii şi experienţe efectuate la noi în ţară (tabelul 12.24).

TABELUL 12.24

Producţia de grîu în zona cernoziomurilor levigate din sudul şi vestul ţării, perioada 1962—1965 (N. Hulpoi)

Varianta	Producţia (q/ha)			Spor %
	Fundulea	Aradul Nou	Media pe zonă	
Nefertilizat	23,8	18,1	21,0	Martor
N_{64}	32,3	27,8	30,0	44
N_{96}	38,2	34,8	36,5	73

Doza de azot şi efectul ei asupra calităţii producţiei. Corelaţia dintre fertilizanţii chimici utilizaţi în agricultură şi sănătatea animalelor care consumă furajele rezultate din cultura fertilizată se prezintă astfel: la o fertilizare de 80 kg N/ha/an depozitarea de nitraţi este mică; la doza de 480 kg N/ha/an, într-un kilogram de substanţă uscată din plantele cultivate s-au depozitat 42,5 grame nitrat de potasiu. Deci la o cantitate de fîn de 12 kilograme de substanţă uscată (ce poate fi ingerată de un animal) intră în rumen peste 500 g nitrat de potasiu, cantitate ce depăşeşte doza toxică şi chiar letală.

Produşii de reducţie ai nitraţilor sînt nitriţii, hiponitriţii şi hidroxilamina. Dacă în rumenul animalelor nitriţii nu sînt anihilaţi de flora bacteriană, ei trec în circuitul sanguin unde datorită afinităţii pentru hemoglobină se combină şi formează methemoglobina. Cînd 30% din cantitatea de hemoglobină s-a transformat în methemoglobină apar simptome de intoxicare iar la 40—90% methemoglobină, intoxicarea este letală.

Acumularea de nitraţi în plantă mai depinde şi de temperatură, lumină, diferite boli, folosirea erbicidelor.

Faza de vegetaţie influenţează foarte mult depozitarea nitraţilor. Cu cît planta este mai tînără cu atît conţinutul în nitraţi este mai mare. Printr-o fertilizare exagerată a solului cu azot, procentul nitraţilor în plante creşte mai ales la graminee, crucifere, chenopodiacee şi compusee.

Fertilizarea cu azot în doze moderate este obligatorie pentru păstrarea sănătăţii animalelor şi a omului.

Spălarea fertilizanţilor sub influenţa normei de irigare. Antrenarea azotului nitric din sol, de către apă, este un fenomen natural pus în evidenţă prin numeroase studii. Într-un sistem de irigaţie cu suprafaţa de 82 030 ha care este în exploatare de peste 68 de ani s-a studiat (ET), scurgerea la suprafaţă şi drenajul. Din bilanţ s-a constatat că 50% din volumul de apă introdus în

sistem a trecut prin sol transformîndu-se în apă de drenaj. Consumul (*ET*) a reprezentat numai 36%, iar scurgerea la suprafață 14% din volumul de apă introdus în sistem.

Cantitatea totală de $N—NO_3$ care s-a pierdut anual din sistem a fost de 2 737 t adică 33 kg/ha/an. Aceasta s-a petrecut la o medie a precipitațiilor anuale de 210 mm și o evapotranspirație reală (*ETR*) în medie de 750 mm.

La determinarea normelor de udare este important să se țină cont de conținutul de ioni nitrici din sol. Nu trebuie admisă spălarea lor din stratul superior în cazul folosirii fertilizanților nitrici.

Udările excesive la începutul perioadei de vegetație în cultura sfeclei de zahăr au redus producția și procentul de zăhăr.

În cultura porumbului, la o normă de irigare de 3 000 m^3/ha pe un sol castaniu deschis, pierderea de azot din stratul superior a ajuns la 95 kg/ha într-un singur an.

Azotul din uree de regulă este slab reținut de sol; cea mai mare parte se deplasează cu apa din sol. Ureea trebuie aplicată fazial înaintea udării sau direct cu udarea.

Amoniacul sau azotul amoniacal din sol se găsesc în anumite interacțiuni în funcție de *p*H-ul solului.

La o alcalinizare puternică a soluției solului se găsesc: NH_3 și NH_4OH.

În soluția unui sol cu *p*H=6, cantitatea de NH_4^+ este de 1 800 ori mai mare decît cantitatea totală de NH_4OH și NH_3; la pH=8 de 18 ori iar la pH=9 este de 1,8 ori mai mare.

Amoniul, NH_4^+, este relativ imobil în sol în timp ce NH_4OH și NH_3 se deplasează mai ușor.

Fixarea NH_4^+ depinde de conținutul de argilă al solului și de substanța organică din sol, de compoziția chimică a apei și de saturarea cu baze.

În solurile nisipoase, ionii de amoniu (NH_4^+) se deplasează mult mai repede decît în cele argiloase. În practică deplasarea ionilor de amoniu în solurile irigate (cu excepția celor nisipo-lutoase și nisipoase) poate să fie neglijată. După N e l s o n, cînd solurile nisipo-lutoase sînt fertilizate cu NH_4^+ și irigate pe brazde, amoniul pătrunde pînă la adîncimea de 8—10 cm.

În sistemul de irigație Calafat-Băilești, ca urmare a spălării nitraților, apa din prima pînză freatică conține în unele puncte peste 1 400 mg/l nitrați și 0,400 mg/l nitriți în timp ce STAS 1 342-61 prevede pentru apa potabilă 20—40 mg/l (I. C. P o p e s c u).

Produsele chimice de tipul „*N*—serve", 2 cloro-6-(tricolormetil)-piridină și „AM" (2-amino-4-cloro-6-metil piridină) s-au experimentat în numeroase țări și s-au dovedit eficace în conservarea nitraților.

Doza de produs „*N*-serve" de 0,25% pe solurile nisipoase din cantitatea fertilizantului și de 2% pe solurile argiloase a fost găsită ca economică. Inhibarea nitrificării prin „*N*—serve" a redus pierderea de nitrați cu 4/5 față de fertilizantul netratat.

Fertilizanții chimici cu fosfor. Mobilizarea fosforului din compușii minerali se face prin intermediul apei care fiind încărcată cu CO_2 dizolvă o parte din fosfații insolubili transformîndu-i în fosfați solubili accesibili plantelor.

Alături de compușii de fosfor minerali stau compușii de fosfor din humus. Prin activitatea microorganismelor fosforul organic se mineralizează printr-un proces analog mineralizării azotului și devine accesibil plantelor.

Scanned with OKEN Scanner

Mobilizarea fosforului în sol este mult mai mică față de cea a azotului. Cea mai mare cantitate de fosfor se găsește în forma insolubilă. Pierderile de fosfor prin spălare ca săruri solubile sînt foarte mici și de regulă formele organice sînt spălate odată cu dispersia coloidală a humusului.

La doza de 1 120 P/kg ha din acidul ortofosforic, pe un sol cu mare capacitate de a fixa fosfații, în 43 zile fosforul a ajuns la adîncimea de 28 cm, în timp ce apa de irigație s-a infiltrat pînă la adîncimea de 45 cm.

Unele plante ca lupinul și hrișca utilizează fosfații insolubili și ca urmare a cultivării lor îndelungate solul se îmbogățește în fosfor.

Aplicarea fertilizanților organici și chimici cu azot încorporați la adîncimea la care solul se menține aproximativ constant umed și bine aerat, mărește efectul fosfaților.

Ținînd seama că rezerva de fosfor nu se reconstituie în sol decît în mică măsură și că însemnate cantități sînt extrase de plante și exportate odată cu recolta, aplicarea fertilizanților fosfatici devine o regulă.

Reducerea fosforului din solul cultivat este accentuată și prin recoltele mari ce se obțin an de an.

Rezultatele medii la cîteva stațiuni de cercetări privind cultura porumbului și a grîului de toamnă, în condiții de irigare, prin aplicarea fertilizanților cu fosfor, singuri și combinați cu azotați sînt evidente (tabelul 12.25).

TABELUL 12.25

Producția de grîu în zona cernoziomului castaniu din sudul țării 1963—1965
(N. Hulpoi)

Varianta	Producția (q/ha)				Spor de producție (%)
	Brăila	Jegălia	Roșețu	Media/zonă	
Nefertilizat	27,0	26,9	37,9	30,6	Martor
P_{32}	35,5	32,8	44,8	37,7	20
P_{64}	33,5	28,7	45,7	35,9	17
$N_{94}P_{32}$	53,8	47,2	46,4	49,1	60

Raportul dintre *N* și *P* reprezintă o problemă de studiu pentru culturile de cîmp în condiții de irigație. Pentru grîul și porumbul irigat în condițiile țării noastre raportul N:P este de 2:1 pentru grîu, 3:1 pentru porumb boabe și 3:1...4:1 pentru porumb siloz.

Pentru Europa, raportul N:P:K este de 1:0,75:1 iar pentru S.U.A. de 1:2:1. În India raportul N:P este 6:1...8:1. Această cantitate mare de azot dată în India se datorează faptului că pe multe terenuri indienii aplică o agricultură irigată de mai multe sute și mii de ani. Pe aceste soluri azotații au fost spălați în profunzime și starea de fertilitate naturală este scăzută.

Fertilizanții cu potasiu. Solurile țării noastre sînt în general bogate în potasiu; chiar și nisipurile din sudul Olteniei au potasiu.

Sărurile de potasiu sînt foarte solubile și ușor spălate de apă. Spălarea este însă frînată de reținerea biologică, fizică și chimică la nivelul complexului coloidal al solului.

În cazul agriculturii irigate, consumul de potasiu este mai mare datorită creșterii mai viguroase a plantelor cît și eventualelor pierderi prin spălare. Potasiul aplicat însă culturii sfeclei de zahăr și porumbului pentru siloz în regim irigat, a sporit procentul de zahăr. Potasiul este, pentru solurile noastre, un fertilizant ineficace atît în cultura porumbului pentru boabe cît și a grîului, dar eficace pentru plantele tehnice, alimentare și chiar pentru unele plante furajere.

Scanned with OKEN Scanner

12.2.3. TEHNICA APLICĂRII FERTILIZANȚILOR

În agricultura irigată majoritatea culturilor reclamă și primesc fertilizanți, fie organici fie chimici. Raportul de substanță activă sub care se aplică este diferit în funcție de felul plantei, locul acesteia în rotație și fertilitatea naturală a solului.

Fertilizanții organici se aplică la intervale scurte, 1—2 ani și se administrează la toate plantele inclusiv leguminoasele anuale și perene, excepție făcînd culturile pentru fertilizanți verzi.

În general aplicarea lor este condiționată nu de planta la care se introduc, ci de planta premergătoare care poate sau nu să înlesnească aplicarea unui tratament de fertilizare organică.

De exemplu, grîul de toamnă, ca premergătoare pentru porumb, dă posibilitatea fertilizării solului în următoarele forme:

— cultură de plante pentru fertilizanți organici verzi semănată în cultură de vară sau în cultură ascunsă;

— cultură amelioratoare semănată tot vara (fasole pentru boabe sau soia);

— gunoi de grajd fermentat sau proaspăt încorporat cu arătură adîncă de toamnă.

Porumbul ca premergătoare pentru grîu are mai puține posibilități de fertilizare organică și se referă la strujenii tocați și gunoi de grajd.

Gama largă de posibilități în aplicarea fertilizanților organici și în special a celor verzi este specifică agriculturii irigate și întodeauna este rentabilă.

Fertilizarea solului, în principiu, se execută în trei reprize: la arătura de bază, la semănat, în cursul vegetației.

Fracționarea și distribuirea fertilizantului în mai multe doze și reprize mărește costul aplicării, în schimb se asigură o uniformă repartizare pe profilul solului și plantele îl valorifică mai bine.

Aplicarea fertilizanților la arătura de bază. Cu arătura de bază care se face în cele mai multe cazuri toamna se introduc în sol majoritatea fertilizanților; se aplică integral cei organici, fosfatici și potasici.

Azotații se introduc în sol diferențiat în funcție de plantă și de gradul de solubilizare.

Astfel, pentru culturile de toamnă și pe solurile mai grele azotații se pot aplica 2/3 la arătura de bază, odată cu ceilalți fertilizanți.

Pentru culturile de primăvară azotații se aplică primăvara, sau jumătate primăvara și jumătate toamna. În cazul că se udă de aprovizionare, azotații ușor solubili trebuie aplicați integral primăvara. Sulfatul de amoniu care este mai puțin solubil poate fi aplicat parțial sau integral toamna.

Pentru plantele tehnice ca sfecla de zahăr și floarea-soarelui ce se seamănă primăvara timpuriu, fertilizanții chimici azotați pot să fie introduși în sol parțial toamna, pe cînd pentru plantele ce se seamănă tîrziu, ca porumbul, sorgul, trebuie distribuiți primăvara.

Plantele irigate trec printr-o fază critică de hrană azotată în timpul udărilor, datorită faptului că în solul umed nitrificarea este mult stînjenită. Aplicarea de fertilizanți chimici cu azot în cursul vegetației, concomitent cu udările, înlătură acest neajuns.

Aplicarea fertilizanților la semănat. Experiențele executate în țară scot în relief faptul că plantele tinere, adică în primele faze de vegetație, nu pot încă asimila ușor fosforul și în această situație se manifestă „foame" de fosfor.

Scanned with OKEN Scanner

Aplicînd concomitent cu sămînța cantități mici de superfosfat în imediata apropiere a cuibului, sau la cereale în imediata apropiere de rînd s-a văzut că se înlătură acest fenomen. Sistemul de aplicare a fertilizanților lateral de rînd sau sub sămînță este denumit „localizat". Semănătorile de porumb 2SPC-2 și alte tipuri, distribuie fertilizanții chimici lateral și într-o singură parte față de rîndul de porumb. Cantitatea de fertilizant cu P_2O_5 ce se distribuie este de circa 16 kg/ha. La semănat se pot aplica și azotați ușor solubili, lichizi, solizi și gazoși.

Aplicarea fertilizanților în cursul vegetației. Necesitatea intervenției cu fertilizanți în cursul vegetației este determinată în parte de condițiile neprielnice pe care le au plantele în timpul irigației. S-a arătat că în timpul udărilor procesul oxidativ este încetinit, ca urmare elementele nutritive accesibile plantelor sînt puține. Pe de altă parte o cantitate însemnată din ele se levigă din stratul superficial al solului. Cum majoritatea rădăcinilor se găsesc tocmai în stratul de sol de la suprafață, spălat de săruri nutritive, se înțelege că este oportun să se intervină cu o suplimentare de substanțe nutritive. Aplicarea fertilizanților în cursul vegetației cere cunoașterea timpului cînd se distribuie (faza de vegetație), felul și cantitatea, tehnica de distribuire și numărul intervențiilor cu fertilizant.

Perioada cînd se execută fertilizarea suplimentară se recomandă să nu depășească faza înfloritului pentru cereale și faza îngroșării rădăcinilor și a tuberculilor la plantele tehnice.

Cu privire la sortul fertilizanților ce se aplică, s-a observat că azotul favorizează creșterea mai energică a plantelor, dar aplicat singur provoacă dezechilibru în nutriția plantelor; ca urmare sînt necesari și fertilizanți cu fosfor, iar pentru plantele tehnice și cu potasiu. Cantitatea ce se administrează variază de la 20 pînă la 40 kg/ha de substanță activă din fiecare sort. Repetarea fertilizării suplimentare este determinată de plantă și în măsură apreciabilă de factorul economic. Doza de fertilizanți ce se aplică suplimentar nu se scade din norma stabilită inițial pentru cultura respectivă.

Ca metode de aplicare deosebim: împrăștiați la suprafața solului; dizolvați în apa de irigație sau îngropați în pămînt cu ajutorul cultivatorului hrănitor. În funcție de utilajul existent și de cost se va adopta metoda cea mai puțin costisitoare și cu randament mare.

Dintre fertilizanții cu azot aplicați împreună cu apa de irigație, de perspectivă este amoniacul anhidru care în statele din vestul S.U.A. se aplică de un sfert de secol în urmă, iar dintre fertilizanții solizi se folsesc azotatul de amoniu, de calciu, de sodiu, ureea și sulfatul de amoniu.

Pierderile de amoniac prin volatilizare (cînd se utilizează amoniacul anhidru odată cu apa de irigare prin aspersiune) ajung la 60% iar la sulfatul de amoniu, azotatul de amoniu, ortofosfatul de amoniu pierderea prin volatilizare este de circa 10%.

La udarea prin brazde, zonele „uscate" alternează cu cele umede ca urmare migrarea anionilor NO_3^- SO_4^{--} și Cl^- se realizează diferit față de solul umezit uniform pe întreaga suprafață. Ionii puțin mobili la udarea prin brazde se deplasează în sol foarte puțin.

Pierderea în adîncime a nitraților s-a înregistrat în partea umbrită (nordică) a brazdei.

Scanned with OKEN Scanner

Din studiul aplicării ionilor nitrici şi de amoniu în benzi, pe rîndul de cartof, din 5 forme diferite de azotaţi s-a constatat că:

— la cartoful plantat în biloane la 0,8 m şi banda de fertilizant la acelaşi nivel cu fundul brazdei de udare, fertilizanţii s-au deplasat capilar spre vîrful bilonului;

— la cartoful care nu s-a plantat în biloane, la distanţa dintre rînduri de 0,60 m şi benzile fertilizantului cu azot plasate la 7—8 cm mai jos decît fundul brazdei de udare, nitraţii s-au deplasat între rînduri şi în adîncime. Amoniul a fost mai puţin mobil decît nitraţii.

Dispunerea brazdelor de udare determină direcţia deplasării nitraţilor. Cu cît este mai mică distanţa dintre brazdele de udare cu atît se realizează mai intens percolarea nitraţilor şi cu cît mai puţin ei pătrund în biloane.

Pierderea amoniacului este condiţionată de *p*H-ul soluţiei şi de temperatura apei de irigaţie. La *p*H-ul 7,0 pierderile de amoniac prin volatilizare sînt neînsemnate. Cînd însă *p*H-ul este de 8,0 pierderile ajung la 10%.

La temperatura apei de irigaţie de 20°C, pierderea de amoniac din sulfatul de amoniu în concentraţie de 7 kg/100 m³ este 5,2 %, iar la temperatura apei de 32°C este de 7,6%.

Evaporarea NH_3 de la suprafaţa solului cînd acesta începe să se usuce, la 7 zile după udare, ajunge la 16% din totalul azotului aplicat.

Solurile cernoziomice cu un conţinut de 0,3% N în stratul superior (de 15 cm) vor avea circa 6,0—6,5 t N/ha. Dacă plantele folosesc anual 2—3% din totalul de N al solului rezultă că 120—180 kg N/ha aplicat anual recuperează azotul consumat.

12.2.4. FERTILIZAREA CU APE UZATE

Apele uzate provenite din canalizările marilor centre populate reprezintă o sursă importantă de materii nutritive pentru plante. În multe state, cercetări cu privire la folosirea acestora au scos în evidenţă rolul lor în fertilizarea solurilor. La noi în ţară folosirea apelor uzate a constituit o problemă de cercetare şi de practică agricolă numai în anii construcţiei socialiste, cînd s-a pus accentul pe organizarea centrelor preorăşeneşti legumicole şi furajere.

Analizele arată că apele uzate conţin pe lîngă impurităţi şi substanţe organice şi chimice. În cea mai mare parte substanţele nedizolvate ca: fragmente menajere, substanţe grase, nisip, pietriş, diferite alte fragmente, reprezintă tot atîtea neajunsuri la irigare.

Apele uzate ale oraşului Craiova (1966) conţin 42 g NH_4, 5 g P_2O_5 la m³. În medie aceste ape conţin 90 g azot, 15 g fosfor şi 40 g potasiu. La o normă de irigaţie de 4 000 m³/ha solul primeşte în medie circa 360 kg azot, 60 kg fosfor şi 160 kg potasiu ca substanţe active, adică 1 120 kg/ha azotat de amoniu, 380 kg superfosfat şi 400 kg sare potasică. Nicio ţară la ora actuală nu-şi permite să administreze aceste cantităţi, fiind pe de o parte costisitor, iar pe de alta avînd acţiune negativă asupra *p*H-ului solului, asupra apelor freatice şi plantelor.

Pentru irigaţie, apele uzate nu trebuie să aibă un conţinut de azot mai mare de 150 g/m³; cînd totuşi concentraţia este mai mare este necesar ca apa uzată să fie diluată cu apă curată.

Scanned with OKEN Scanner

Concentrația în substanțe nutritive reziduale de proveniență menajeră depinde de consumul de apă pe cap de locuitor (consum specific de apă potabilă), care variază de la 50—500 l/zi/cap de locuitor.

Folosirea apelor uzate pentru irigarea culturilor agricole constituie în același timp și mijlocul cel mai economic de epurare al acestora ; prin procesul de mineralizare a substanțelor organice apele uzate pot fi folosite util.

Din numeroase observații s-a constatat că epurarea biologică a apelor reziduale depinde în foarte mare măsură de însușirile solului.

Solurile agricole grele, cu infiltrație scăzută, reține pe unitatea de suprafață puține resturi organice deoarece scurgerea este energică ; invers se petrece fenomenul pe solurile nisipoase.

Masa organică de pe 1 m^2 sol argilos ce se mineralizează în 24 ore este de 0,5 g, în timp ce la solurile nisipoase ajunge la 12 g/m^2.

Cantitatea de masă organică descompusă în 24 ore pe o suprafață de 1 m^2 poartă numele de *capacitate de oxidare a solului.*

Epurarea biologică a apelor uzate și folosirea lor la irigare are un caracter sezonier, fiind posibilă numai în perioada de vegetație a culturilor. La amenajarea terenurilor pentru irigarea cu ape uzate trebuie să se amenajeze și terenuri care să primească ape reziduale în timpul iernii. Aceste terenuri ocupă suprafețe restrînse față de cele care se irigă (4—5% din suprafața irigată).

Pe terenurile irigate cu ape uzate — supuse în prealabil unui proces de curățire pentru îndepărtarea corpurilor în suspensie și a substanțelor uleioase — se pot cultiva toate plantele.

Cele mai adecvate sînt : pășunile, fînețele, lucerna și trifoiul, iar din grupa altor culturi frecvent irigate sînt : cartoful, sfecla de zahăr, ovăzul, rapița, porumbul, floarea-soarelui.

Apele uzate sînt folosite cu mult succes la irigarea pădurilor de plop. Norma de irigare de 10 000—20 000 m^3/ha, a asigurat o producție de 28 m^3/an lemn față de 12 $m^3/ha/an$ la plopul neirigat.

Metoda de irigare cea mai recomandată pentru igiena culturilor este scurgerea la suprafață.

În țara noastră se folosesc ape reziduale din orașele Arad, București, Mărășești, Oradea, Timișoara.

Volumul de apă uzată dat plantelor pentru a satisface nevoile de substanțe nutritive reprezintă n o r m a d e f e r t i l i z a r e. Cînd norma de fertilizare nu se satisface din apa uzată, se administrează fertilizanți chimici.

Suprafața de teren ce se poate iriga cu ape uzate este condiționată de apa folosită pe cap de locuitor/zi cît și de populația centrului urban.

Se apreciază că 1 ha poate fi irigat cu apa ce provine de la 70—200 locuitori sau suprafața irigată este aproximativ egală cu cea a centrului populat.

Un sol irigat îndelung cu ape uzate pierde treptat fertilitatea prin acumularea de doze mari de cupru, zinc, molibden în stratul arabil.

Cantitatea de săruri ce se depun anual la suprafața solului conduce la salinizare.

Scanned with OKEN Scanner

Relaţia ce se stabileşte între calitatea apei de irigaţie, gradul de sărăturare a solului şi norma de udare se rezumă în formula:

$$Y = \frac{S-K}{\left(\frac{m}{R}\right)^x} + K, \text{ (g/kg)} \qquad (12.1)$$

unde: Y este cantitatea de săruri, în g/kg de sol uscat; S — conţinutul în săruri al solului înaintea primei udări, în g/kg sol uscat; m — norma de udare, în l/kg sol uscat; R — volumul de apăl/kg sol uscat reţinut de sol imediat după fiecare udare; x — numărul de udări; K — cantitatea de săruri limită pe care le poate aduce apa de irigaţie şi care pot fi reţinute de sol;

$$K = \frac{C-m}{\frac{m}{R}-1}$$

unde: C este concentraţia sărurilor în apa de irigaţie, în g/l.

12.2.5. PARTICULARITĂŢILE APLICĂRII FERTILIZANŢILOR LA PRINCIPALELE PLANTE CULTIVATE ÎN REGIM IRIGAT

Porumbul. Producţii mari de porumb se pot obţine numai dacă se aplică şi fertilizanţii necesari. La o recoltă de 10 000 kg/ha se „exportă" din sol peste 250 kg N, 100 P, 200 K. Porumbul reacţionează mai puţin la fertilizanţi decît cerealele păioase. Numeroase studii dovedesc totuşi că porumbul valorifică bine formele amoniacale.

Doza de azot ce se dă este condiţionată de fertilitatea solului şi hibridul cultivat, variind de la N_{140} la N_{220} kg/ha (fig. 12.5). Fosforul trebuie aplicat numai asociat cu azotaţii. Raportul $N:P$ pentru majoritatea solurilor irigate trebuie să fie de 3:1.

Aplicarea tardivă a azotului (la înspicat) măreşte conţinutul de azot din bob. Din totalul de azot aplicat, circa 50% este reţinut de porumb şi din acesta 21% este acumulat în producţia de coceni iar 79% în boabe.

Grîul. Dozele cele mai eficiente pentru cultura grîului în partea de sud a ţării sînt $N_{64}P_{32}$ — $N_{96}P_{64}$. Aceşti fertilizanţi chimici asociaţi cu 5—10 t/ha paie, coceni sau gunoi de grajd asigură o bună infiltraţie a apei în sol. În figura 12.6 se prezintă graficul dozei de azot pentru solurile recent introduse în cultură.

Solurile irigate sînt mai reci; iernarea grînelor de toamnă pe aceste terenuri se soldează în unele zone cu pierderi. Pentru a se mări rezistenţa

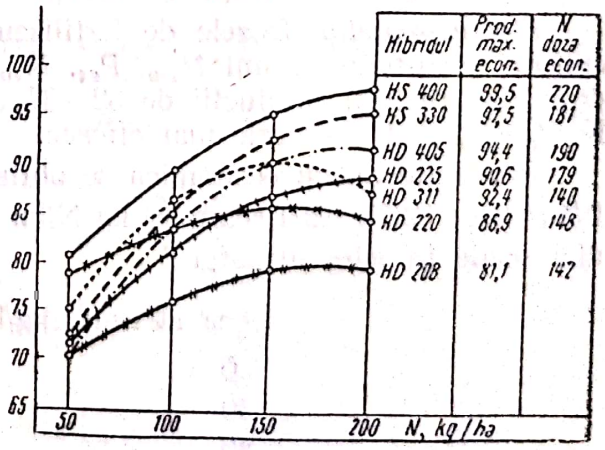


Fig. 12.5. Eficienţa fertilizării cu azot în funcţie de hibridul de porumb cultivat (după I. Picu).

Scanned with OKEN Scanner

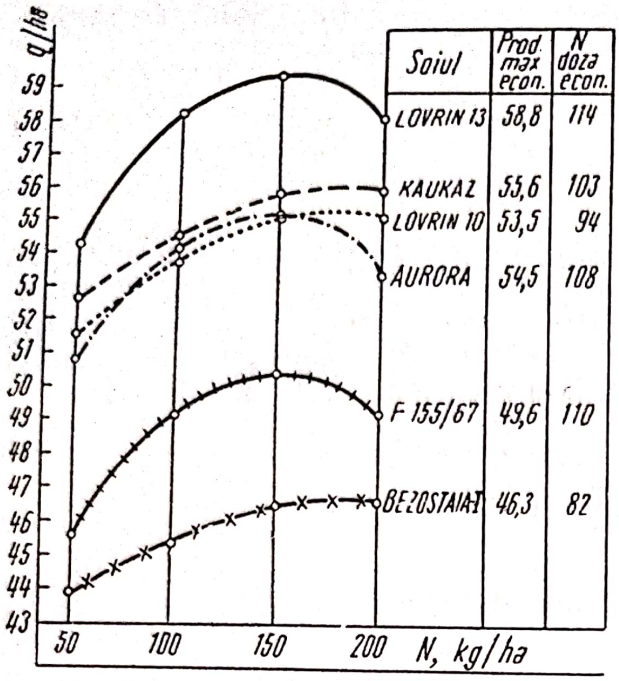


Fig. 12.6. Eficienţa fertilizării cu azot în funcţie de soiul şi liniile de grîu cultivate (după I. P i c u).

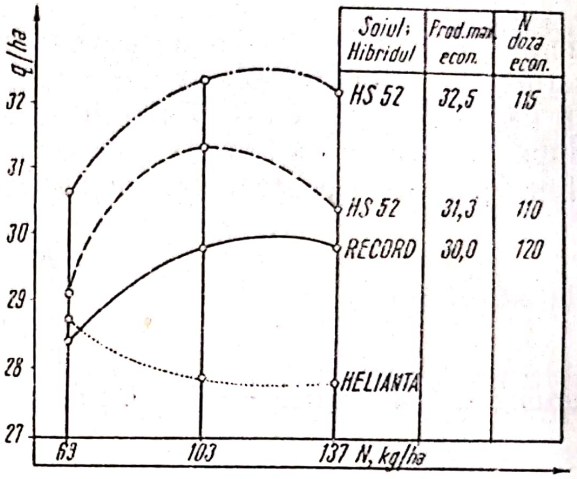


Fig. 12.7. Eficienţa fertilizării cu azot în funcţie de hibridul şi soiul de floarea soarelui cultivat (după I. P i c u).

la ger a grînelor se cere — indiferent dacă îl foloseşte sau nu cultura grîului — ca raportul P/K în sol să fie mai mare de 1,0. Cînd acest raport este mai mic de 1,0 grîul degeră şi piere în procent ridicat. Raportul $N:P$ pentru o cultură economică este 2 —2,5:1.

Pe solurile uşoare este de dorit ca 1/4 din doza de azot să fie dată toamna şi restul primăvara.

Cartoful. Fertilizarea cu 30—35 t/ha gunoi de grajd introdus sub brazdă toamna, plus P_{64} kg/ha şi K_{60-80} kg/ha sare potasică, se consideră fertilizare bună pentru solurile din cîmpie. Primăvara, înainte de plantare, se dă N_{56-64} kg/ha. Fertilizanţii cu potasiu sînt absolut obligatoriu în regim irigat contribuind la îmbunătăţirea calităţii cartofilor.

Floarea-soarelui. Dozele de fertilizanţi chimici şi organici ce se aplică în cultura florii-soarelui sînt N_{120}, P_{64}, K_{80} kg/ha plus 20 t/ha gunoi. Cu aceste doze s-au realizat producţii de 32—37 q/ha. Dozele moderate de $N_{48}P_{64}$ sau $N_{48}P_{64}K_{120}$ sînt însă cele mai eficace.

Producţie optim economică se obţine cu 32—112 kg N/ha şi 23—30 kg P/ha (fig. 12.7). Cu fiecare 40 kg N/ha în plus faţă de martor procentul de ulei scade în felul următor:

Doza de azot (kg/ha)	% de ulei
0	49,4
40	48,5
80	46,9
120	45,6
160	45,0

Scanned with OKEN Scanner

Cu privire la tehnica de aplicare, cercetările sovietice arată că N.P.K. se administrează în două faze: 1/3 din N și 2/3 din P, K se dau la semănat iar restul în faza formării calatidiilor.

Fertilizanții organici sînt necesari nu numai pentru ridicarea producției cît mai ales pentru a îmbunătăți însușirile fizice ale solului.

Sfecla de zahăr. Planta fiind mare consumatoare de substanțe nutritive, pentru realizarea de producții mari reclamă cantități mari de fertilizanți organici și chimici. Gunoiul de grajd poate fi aplicat în doze de 40 t/ha. Introducerea lui în sol se face toamna. Paralel se introduc și jumătate din dozele de fosfor și potasiu. Producție economică la noi în țară se obține cu 68—178 kg N/ha.

Paralel cu dozele de azot trebuie aplicat primăvara fosfor și potasiu. Raportul N:P:K variază cu tipul de sol și producția planificată.

Doza de $N_{64}P_{96}K_{80}$ kg/ha și 30 t/ha gunoi a dat cea mai mare producție: 90 t/ha (Jegălia, 1966).

În cursul vegetației se aplică fertlilizanți chimici de tipul și în doză N_{32} $P_{16}K_{20}$. Dozele distribuite fazial sînt în plus față de cele prezente la fertilizarea de bază.

Cercetările Universității Utah arată că fertilizanții cu azot la sfecla de zahăr irigată prin aspersiune, reduc procentul de zahăr; irigată însă prin scurgere, producția și procentul de zahăr crește (Tab. 12.26).

TABELUL 12.26

Producția de rădăcini și de zahăr în funcție de fertilizanți și metoda de udare la sfecla de zahăr

Fertilizanți (kg/ha)		Producția de rădăcini (t/ha)		Conținutul de zahăr (%)		Producția de zahăr (t/ha)		Raportul frunze/rădăcini	
N	P	1	2	1	2	1	2	1	2
0	0	34,0	40,0	17,1	16,7	5,8	6,7	0,67	0,93
0	49	35,0	40,6	17,2	16,8	6,0	6,7	0,66	0,83
90	0	40,8	46,7	16,7	16,0	6,7	6,5	0,83	1,00
90	49	42,6	40,9	16,8	16,0	7,2	6,5	0,80	0,01

În tabelul 12.26, N reprezintă sulfat de amoniu, P — fosfor, 1 — udat prin brazde, 2 — udat prin aspersiune.

La noi în țară cercetările scot în evidență că la o fertilizare cu doze mari de azot procentul de zahăr scade.

Doza de N (kg/ha)	% de zahăr
0	16,3
50	16,3
100	16,2
150	15,9
200	15,6

Fertilizarea cu potasiu nu a influențat pozitiv conținutul de zahăr.

Lucerna. Producția mare și de calitate pe care o dă în regim irigat a determinat pe cercetători s-o considere ca pe una din plantele de perspectivă.

Scanned with OKEN Scanner

În timpul iernii datorită temperaturii scăzute, multe plante de lucernă pier și prin rărirea culturii producția scade atît cantitativ cît și calitativ.

Fertilizarea cu fosfor, potasiu și sulf — toamna — alături de doza de amendament cu calciu, mărește rezistența la ger a lucernei și cultura se menține în stare productivă un timp mai lung.

Lucerna reacționează foarte bine la fosfor și destul de bine la azot. În Franța, A. Demolon a administrat la lucerna verde doze mari de nitrocalcar (750—2 000 kg/ha); totuși sporul de producție realizată nu a fost prea mare.

Pe baza experiențelor făcute la noi în țară, la Fundulea, fertilizanții aplicați la înființarea lucernei sînt: gunoi de grajd 30—40 t/ha+400—500 kg/ha superfosfat fie paie sau coceni tocați 10—15 t/ha, superfosfat+200—300 kg/ha azotat de amoniu.

Cînd se seamănă primăvara, fertilizanții organici și fosfatici se administrează din toamnă, iar cei cu azot se dau la desprimăvărare odată cu lucrările de pregătire a terenului pentru semănat. Fertilizarea fazială se face începînd cu anul doi, dîndu-se numai azot primăvara în doze de 32 kg/ha. Superfosfatul se aplică toamna și numai la lucernierele vechi; doza de 200—300 kg/ha, prin împrăștiere, se consideră economică. Lucerna reacționează bine și la microelementele bor și magneziu.

Lucerna s-a extins mult în Transilvania și Moldova luînd locul trifoiului. Introducerea în sol a 6—8 mii kg/ha amendamente și 30 t/ha gunoi de grajd a sporit mult eficiența fertilizanților chimici și producția de substanță uscată a sporit cu 52%. Podzolurile neamendate nu pot fi cultivate cu lucernă.

Soia. În condiții de irigare, diferitele soiuri de soia valorifică moderat fertilizanții aplicați în cultură (tabelul 12.27).

TABELUL 12.27

Influența fertilizanților N.P.K. (kg/ha) asupra producției de boabe (q/ha) la cîteva soiuri de soia, Fundulea 1967 (N. Hulpoi)

Soiul	P_{50}	$N_{50}P_{150}$	$N_{100}P_{50}$	$N_{150}P_{50}$	Media
Secca	22,2	24,3	24,3	24,9	23,9
Comet	22,0	21,8	20,4	22,6	21,7
Chippewa	28,8	28,8	28,4	27,3	28,3
Lincoln	35,2	32,4	32,6	34,6	33,7

Pe solurile sărace se recomandă fertilizarea cu doze moderate de azot și fosfor; 50 kg N/ha, 40 — 60 kg P/ha.

Fertilizanții organici pe solurile fertile nu au efect asupra producției și nu se recomandă a fi aplicați.

Fasolea. Sistemul de fertilizare este asemănător cu cel de la soia, cu deosebire că dozele de fertilizanți sînt mai mici; $N_{32}P_{64}$ reprezintă raportul și doza cea mai economică. Cînd planta premergătoare a fost fertilizată cu gunoi de grajd, doza de fertilizanți chimici poate fi redusă la jumătate.

Pășuni și fînețe. Ridicarea producției pe pășunile irigate trebuie să plece de la gradul de fertilitate al solului și de la puterea de reținere a asociațiilor vegetale.

Scanned with OKEN Scanner

Este de dorit ca masa verde a păşunii să aibă un conţinut ridicat de azot. Sporirea procentului de azot ridică două aspecte: mărimea dozei ce trebuie aplicată şi frecvenţa aplicării fertilizantului.

În unele ţări s-au aplicat doze de 5 720 kg N/ha cu scopul de a ridica conţinutul de azot în masă verde, însă cu mari implicaţii asupra valorii calităţii biologice.

La doze mari de azot, în masa verde procentul de apă şi potasiu creşte. Excesul de N se poate acumula sub formă de nitrat, care în anumite condiţii devine toxic pentru animale. Doza optimă de azot ce se aplică anual variază de la 100 la 200 kg/ha.

Intervalul de aplicare al dozelor de azot nu trebuie să fie mai mare de 20 de zile. Raportul N:P:K=1:0,5:0,5.

Fosforul îmbunătăţeşte calităţile masei verzi şi obligatoriu se aplică odată cu azotul.

12.3. NUMĂRUL PLANTELOR PE UNITATEA DE SUPRAFAŢĂ ÎN REGIM IRIGAT, FORMA ŞI MĂRIMEA SPAŢIULUI DE NUTRIŢIE

Numărul plantelor pe unitatea de suprafaţă reprezintă unul din factorii de seamă ai realizării producţiei. La o desime mică a culturii, factorul lumină afluează mai mult pe fiecare plantă în parte, însă nu va fi bine folosit în ansamblu, în sensul că sistemul foliar cricît s-ar dezvolta nu poate îmbrăca toată suprafaţa solului pe care o ocupă. Producţia pe plantă va fi mai mare, dar pe ansamblul suprafeţei va fi mică. Cînd dimpotrivă, desimea plantelor pe unitatea de suprafaţă creşte, lumina este mai bine folosită, dar plantele se concurează între ele şi producţia scade.

Factorii de vegetaţie fiind interdependenţi, îşi amplifică reciproc eficacitatea. Condiţionînd factorii apă şi hrană, în cazul culturii porumbului, numărul de plante poate fi sporit, suplinind într-o oarecare măsură efectul defavorabil al reducerii luminii.

Corelaţia pozitivă între creşterea vegetativă şi producţie — în cazul culturii de grîu, lucernă, sfeclă de zahăr, porumb — arată că frînarea creşterii vegetative, prin mărirea numărului de plante, va duce cu siguranţă la scăderea producţiei. De exemplu, soiul de grîu Gan-Şu, cultivat pe un agrofond de 3 000 t/ha gunoi şi 2 000 kg/ha fertilizanţi chimici, irigat la optim şi semănat cu un număr de 1 200 boabe la m² s-a compromis. La fel porumbul s-a compromis cînd s-au semănat 150 000 plante la hectar.

În unele ţări s-a ajuns la concluzia că desimea trebuie aleasă avînd în vedere ca suprafaţa totală a frunzelor să fie de 5—20 ori mai mare decît suprafaţa de nutriţie.

Numărul plantelor pe unitatea de suprafaţă în condiţii de irigare trebuie să fie rezolvat diferenţiat, în funcţie de plantă, de cantitatea fertilizatorului, de expoziţie, de luminozitate. Forma spaţiului de nutriţie, adică felul cum sînt distribuite pe teren plantele de cultură, reprezintă o particularitate a plantei cultivate şi a sistemei de maşini.

Porumb. La porumb, prin specificul culturii se realizează o repartizare neuniformă a plantelor pe teren prin semănatul în rînduri. Forma spaţiului

Scanned with OKEN Scanner

de nutriție este dependentă de factorii economici, în sensul că trebuie realizată forma care se poate mecaniza ușor. Cultura de porumb cere să fie întreținută curată de buruieni. Cu cît această operație se face mai repede, mai bine, cu minimum de cheltuieli cu atît este mai eficientă. Forma spațiului de nutriție este determinată și de tehnica udării. La udarea pe brazde intervalul dintre plante trebuie să fie destul de mare pentru a da posibilitatea deschiderii brazdelor mecanic pentru ca plantele să vie ușor în contact cu apa.

Obținerea de știuleți mari, cu bobul plin pe de o parte și tendință de lăstărire pe de altă parte, demonstrează că porumbul suportă o mărire a numărului de plante pe unitatea de suprafață. Hibrizii dublii suportă și mai bine (față de soiurile cu polenizare liberă) o desime sporită. Forma spațiului de nutriție nefiind rezolvată se poate semăna în dreptunghi alungit, în dreptunghi mai puțin alungit și în romb.

Semănatul în rînduri și în dreptunghi alungit dă posibilitatea reglării corecte a numărului plantelor. Metoda este practică în sensul că se execută cu mașini simple. Avantajele prezentate au condus la generalizarea metodei în toate statele cultivatoare de porumb.

În țara noastră s-au studiat mai multe distanțe de semănat începînd cu 70 ; 85 ; 100 cm între rînduri și de la 10 pînă la 100 cm între plante pe rînd cu 1,2,3,4 plante la cuib. Toate rezultatele justifică semănatul în rînduri la distanța de 80—100 cm între rînduri cu o plantă în cuib (dreptunghi alungit).

Experiențe efectuate în intervalul 1963—1966 la Brăila, Jegălia, Fundulea, Caracal, Șimnic și Aradul Nou cu hibridul HD 409 arată că forma spațiului nu influențează semnificativ producția (tabelul 12.28).

TABELUL 12.28

Producția de porumb boabe, media în zona de est, sud și sud-vest a țării (N. H u l p o i)

Numărul de plante/ha	Distanța de semănat (cm)	Producția (q/ha)
40 000	100/25	73,2
	85/29	72,3
	70/36	72,2
50 000	100/20	78,1
	85/24	77,5
	70/28	75,9
60 000	100/17	77,19
	85/20	76,5
	70/24	73,8
70 000	100/14	71,5
	85/19	70,8
	70/21	74,1

Desimea culturii de porumb pe solurile fertile din Cîmpia de est și sud-vest a țării trebuie să fie de circa 60 000—65 000 de plante la hectar, iar plafonul minim de udare 80% din (*C*).

Scanned with OKEN Scanner

Metoda de aşezare a rîndurilor la distanţe mari (1,5 m) sau semănatul în pătrat nu se justifică economic şi nu se practică.

Numărul plantelor este condiţionat de agrofondul aplicat şi de regimul de udare adoptat. Din producţia medie pe 4 ani 1963—1966 a celor 6 localităţi citate mai sus se observă diferenţe semnificative în funcţie de cantitatea de fertilizanţi utilizaţi (tabelul 12.29).

TABELUL 12.29

Interacţiunea dintre numărul de plante şi agrofond în cultura porumbului HD-409 (N. Hulpoi)

Numărul plantelor la ha	Agrofondul		Diferenţa (q/ha)
	Nefertilizat (producţia q/h)	Fertilizat cu N 96 P48+20 t/ha (producţia q/ha)	
40 000	55,8	81,8	26,0
50 000	57,4	87,5	30,1
60 000	56,2	86,8	30,6
70 000	54,1	85,4	31,3

Lumina fiind un factor limitativ se caută ca porumbul să fie cît mai avantajat de acest factor. În prezent, în cultură sînt hibrizi cu frunze dispuse aproape vertical. Numărul de plante la asemenea hibrizi este de peste 70 000 plante la ha şi producţia a crescut cu 15% faţă de cel cu frunze dispuse orizontal.

Grîu. Desimea cea mai bună se realizează semănînd la epoca optimă. Experienţele executate în ţară arată că semănatul în a doua jumătate a lunii octombrie a asigurat producţiile cele mai mari. Semănatul după 30 octombrie, în toamnele normale, duce la întîrzierea răsăritului şi la intrarea în iarnă a plantelor neadaptate. Cînd epoca de semănat s-a depăşit, cantitatea de sămînţă pe unitatea de suprafaţă se măreşte cu cel puţin 100 boabe germinabile pe m² faţă de numărul de boabe semănate la epoca optimă.

Cînd grîul se seamănă la epoca optimă se pot semăna şi 300 boabe germinabile la m² (tabelul 12.30).

TABELUL 12.30

Producţia de grîu (q/ha) la solul Bezostaia 1 în funcţie de numărul de boabe germinabile la m², media anilor 1962—1965 (N. Hulpoi)

Boabe germinabile la m²	Localitatea					Media	Spor %
	Jegălia	Fundulea	Caracal	Şimnic	Aradul Nou		
300	38,9	37,0	31,6	28,2	30,7	33,3	Martor
400	38,4	37,8	32,9	28,9	31,6	33,9	1,8
500	38,9	37,3	33,0	30,1	31,2	34,1	2,4
600	39,4	38,0	31,9	29,6	31,1	34,0	2,1

Scanned with OKEN Scanner

În R. P. Bulgaria, B. B u c e v a încercat mai multe metode de semănat grîul, d intre care citäm :

— semănatul obişnuit la 11,5 cm ;

— semănatul în benzi de 2 rînduri la 11,5 cm, iar între benzi 23 cm, cu 33% mai puţină sămînţă la ha ;

— semănat în benzi de 3 rînduri la 11,5 cm şi între benzi 23 cm, cu 25% mai puţină sămînţă la ha.

Cu cît numărul de boabe la semănat a fost mai mare, cu atît înfrăţirea şi rezistenţa la cădere a fost mai mică. Semănatul în benzi de 3 rînduri, 11,5/23 cm a dat cea mai bună producţie.

Cercetările din Anglia arată că producţia de boabe creşte pînă cînd se ajunge la spaţiul de 50 cm² (plantă de orz sau de grîu) ; peste acest spaţiu producţia soiurilor experimentate a scăzut.

În S.U.A. (statul Kansas) grîul se seamănă pe brazde mici (corugate) şi cantitatea de sămînţă în acest caz este de 30—150 kg/ha.

Soiul de grîu Sonora, creat în Mexic, în condiţii de irigare a dat cele mai bune rezultate la o normă de însămînţare de 125 kg/ha — soiul Lerma Rodjo la 75 kg/ha.

Floarea-soarelui. În condiţii de irigare floarea-soarelui prezintă o vegetaţie bogată. Pentru a obţine producţii mari de boabe este necesar să se frîneze lăstărirea şi ramificarea tulpinii. Un procedeu curent îl constituie mărirea numărului de plante la unitatea de suprafaţă. Asupra formei spaţiului de nutriţie cercetările trebuie conduse pe linia cerinţelor plantelor. Floarea-soarelui necesită multă lumină, ca urmare cerinţa de a fi cît mai uniform distribuită pe suprafaţa cultivată.

Avîndu-se în vedere tehnica de cultură şi mijloacele mecanice de care se face uz în prezent, ea nu poate fi semănată decît în rînduri depărtate. Distanţa între rînduri are rol hotărîtor în cultivarea irigată pentru că dă posibilitatea deschiderii brazdelor.

Avînd în vedere posibilitatea de mecanizare, cît şi producţia obţinută, se fac următoarele recomandări :

— numărul de 40 000—45 000 plante pe ha este considerat ca favorabil culturii de floarea-soarelui (tabelul 12.31) ;

TABELUL 12.31

Forma şi mărimea spaţiului de nutriţie în cultura de floarea-soarelui (G. A v r i g e a n u)

Distanţa de semănat (cm)	Plante la ha	Producţia de boabe		Plante distruse la întreţinere %
		(kg/ha)	(%)	
60/40	41 600	3 218	Martor	3,3
60/60 2 plante	55 500	3 014	—6	15,1
70/70	40 800	3 311	3	5,8
70—40/40	45 400	3 063	—5	4,0
70—50/50	41 600	2 856	—11	1,8

— distanţa între rînduri de 60—80 cm este condiţionată de utilajul de care dispune unitatea agricolă ;

— distanţa pe rînd între plante de 30 cm este considerată ca distanţă minimă.

Scanned with OKEN Scanner

Cartof. Plantatul se face primăvara timpuriu, la fel ca și la cultura neirigată. Din experiențele întreprinse la noi în țară s-a desprins concluzia că la irigarea pe brazde numărul de 57 000 cuiburi la ha este numărul care în condițiile stepei a dat cea mai mare producție. La umiditate optimă în sol, tufa de cartof crește viguros. O creștere luxuriantă determină condiții neprielnice pentru creșterea tuberculilor. Aceasta conduce la ipoteza că în zonele puțin favorabile culturii cartofului în condiții de irigare numărul de cuiburi trebuie să fie mai mic.

La deschiderea brazdelor, în cazul irigării prin scurgere, se cere ca distanța între rînduri să fie de cel puțin 60 cm.

Cercetările din țara noastră cu privire la distanța între rînduri cît și la numărul optim de tufe/ha ale cartofului prezintă concluzii variabile (tabelul 12.32).

TABELUL 12.32

Producția de cartof pentru soiul Roz de toamnă în cultură de primăvară, irigat pe brazde, la Brăila (E. Constantinescu)

Distanța de plantare (cm)	Cuiburi/ha	Producția de tuberculi (kg/ha)
70/25	57 000	26 465
70/70 cu 2 tufe la cuib	20 000	24 145
80/20	62 500	24 518
80/30	41 600	25 090
80/80 cu 3 tufe la cuib	15 600	23 395

Pentru regiunea de stepă, 57 000 cuiburi pe ha la distanța de 70/25 cm este o desime bună ; 20 000 cuiburi cu două tufe la cuib la distanța de 70/70 cm este mai puțin corespunzătoare. Producția cea mai mare s-a obținut la numărul de 40 000—57 000 cuiburi/ha, distanțele între cuiburi de 25—35 cm fiind cele mai favorabile.

Distanța între cuiburi (d) se calculează în funcție de numărul de cuiburi (D) și de distanța între rînduri, (R) ; se poate calcula aplicînd formula :

$$d = \frac{10\,000}{D \cdot R} \text{ (m)} \qquad (12.2)$$

Sfeclă de zahăr. Această plantă reacționează puternic la condițiile îmbunătățite de vegetație. Numărul mare de frunze contribuie la acumularea zahărului în rădăcini în cantități sporite. O creștere excesivă a frunzelor realizată prin distanța mică duce la un moment dat la scăderea conținutului de zahăr.

În R.S. Cehoslovacă sfecla de zahăr se cultivă în regiunile cu precipitații suficiente și fără irigații. Numărul optim în acest caz este considerat 70 000—80 000 plante/ha.

La noi în țară se consideră bun numărul de 100 000 plante ca limită superioară, iar 70 000 plante ca limită inferioară. Distanța între rînduri trebuie să fie mai mare, pentru a se putea deschide ușor brazdele (tabel 12.33).

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 12.33

Producția de rădăcini în funcție de forma și mărimea spațiului de nutriție
(V. Bontea)

Distanța (cm)	Plante la ha	Producția de rădăcini		Zahăr (%)	Venit net
		(kg)	(%)		
45/20	111 100	50 000	100	18,0	Martor
60/20	83 300	55 000	112	17,6	20
70/15	95 200	53 300	107	17,6	17
80/20/20	100 000	50 800	102	17,4	7
50/50	40 000	53 500	107	17,1	10

Producția cea mai ridicată s-a obținut în varianta 60/20 cm la care s-a aplicat patru praşile cu cultivatorul purtat, una cu prăşitoarea şi două cu sapa. Semănatul în rînduri duble nu este indicat. Semănatul la 70 cm între rînduri asigură o mecanizare bună.

Lucernă. În condiții de irigare datorită hranei şi apei, planta se dezvoltă puternic ivindu-se într-un grad mai accentuat posibilitatea concurenței între plante. Experiențele din țară arată că lucerna irigată poate fi semănată la distanța de 12—15 cm între rînduri dîndu-se 12 — 15 kg sămînță la ha.

Lucerna cultivată sub plantă protectoare (grîu de toamnă, borceag de toamnă sau de primăvară şi plante pentru masă verde) reuşeşte bine. Cînd se seamănă în grîu de toamnă, operația se execută primăvara, transversal peste grîu. Cînd se seamănă cu o plantă de primăvară se face imediat după terminarea semănatului sau simultan, semănînd transversal. Cantitatea de sămînță a plantei protectoare se reduce cu 20%.

În Franța, experiențele cu lucernă semănată la distanța de 14,5 şi 29 cm între rînduri şi cu un număr de 50, 100 şi 200 boabe germinabile pe metru-rînd, duc la concluzia că numărul plantelor nu influențează recolta. Distanțele mici dau în general producții echivalente cu cele semănate la distanțe mari. La variantele cu număr mare de boabe s-au obținut mai multe tulpini şi mai fine decît la variantele cu număr mic de boabe.

Lucerna pentru sămînță se poate semăna în rînduri la distanța de 61—122 cm, iar între plante pe rînd 30 cm. Cantitatea de sămînță la asemenea desime variază de la 2,3 la 3,3 kg/ha. La distanța pe rînd de 50 cm şi 61 cm între rînduri producția de boabe a fost de 800 kg/ha.

Fasole. Este planta care în condiții favorabile de hrană şi apă creşte puternic vegetativ. Tufa prea dezvoltată va forma puține păstăi.

Pentru a se frîna creşterea tufei este necesar să se micşoreze distanța între plante pe rînd. La udarea pe brazde se cer distanțe mari între rînduri, 70 cm, care duc inevitabil la vegetație bogată.

Producția obținută pe variante este practic egală şi nu se justifică numărul de 80 boabe/m². Distanța de 70 cm cu un singur rînd sau în benzi de 2 rînduri la 15 cm şi 70 cm între benzi este considerată bună (tabelul 12.34).

Soia. Soia fiind de puțină vreme în cultură, desimea de semănat este încă în studiu la diferite stațiuni experimentale.

Semănată la 50 sau 90 cm între rînduri cu desimea de 30 pînă la 90 boabe/m² producția este practic egală (tabelul 12.35).

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 12.34

Producţia de fasole în funcţie de numărul de boabe germinabile la m²
(I. Alexandrescu)

Boabe germinabile la semănat/m²	Producţia		Diferenţa (q/ha)
	(q/ha)	(%)	
40	15,0	100	Martor
60	14,7	98	—0,3
80	14,5	96	—0,5

TABELUL 12.35

Influenţa numărului de boabe şi a metodei de semănat asupra producţiei la soiul Chippewa (N. Hulpoi)

Metoda de semănat	Boabe germinabile/m²	Podul Iloaiei		Caracal	
		Producţia		Producţia	
		kg/ha	(%)	(kg/ha)	(%)
Semănat la 50 cm între rînduri	30	1 188	—	1 438	100
	50	1 280	—	1 512	5
	70	1 200	—	1 484	4
Semănat la 80 cm între rînduri	30	1 348	—	1 154	—16
	50	1 376	—	1 344	— 6
	70	1 384	—	1 385	— 3
Semănat la 100 cm între rînduri	30	1 426			
	50	1 411			
	70	1 291			

Numărul de plante la m² are influenţă asupra producţiei, în sensul că la plante puţine, producţia este mai mică. Distanţa de semănat între rînduri are un rol şi mai mare asupra producţiei.

În S.U.A., în statul Kansas, soia se seamănă la 75—90 cm între rînduri, cu 40 seminţe pe m-rînd, deci 45—90 kg/ha.

Forma şi mărimea spaţiului de 20; 61; 102 cm între rînduri cu 34; 67; 135 kg/ha nu a influenţat semnificativ (*ETM*).

Cea mai mare eficienţă a consumului de apă pentru soiul Merit s-a obţinut la distanţa de 20 cm între rînduri (100 m³ apă pentru 55—60 kg soia).

12.4. SOIURI ŞI HIBRIZI CULTIVAŢI ÎN REGIM IRIGAT

Ameliorarea şi crearea de noi soiuri şi hibrizi preccupă aproape toate ţările dezvoltate.

Ştiinţa agronomică, prin realizarea hibrizilor simpli şi dubli a înlăturat empirismul milenar, reuşind ca în scurt timp să schimbe total concepţia cu privire la proiectarea şi fabricarea maşinilor agricole; „plante pentru agricultură mecanizată“ nu „maşini pentru plante cultivate“.

Scanned with OKEN Scanner

În ordinea importanței plantelor cultivate, zonarea hibrizilor și soiurilor pe zone climatice este foarte variată.

Porumb. În cultura principală în țara noastră se cultivă, pe zone, următorii hibrizi de porumb : în zona de cîmpie a Munteniei, Olteniei și Dobrogei, hibrizi dubli tardivi ; *HD*-405, *HD*-410 și *HS*-415.

Din grupa hibrizilor semitimpurii se cultivă *HD*-208, *HD*-206, iar dintre hibrizii semitardivi *HD*-305, *HD*-311.

În cultură succesivă pentru producția de boabe, se recomandă hibrizii din grupa precoci ca : *HD*-98, *HD*-99 și foarte precoci, iar dintre hibrizii de perspectivă se vor cultiva *HD*-114, *HD*-115. Hibrizii *HD*-208 și *HD*-217 sînt indicați a fi cultivați pentru producția de porumb pentru siloz.

Porumbul pentru conserve și porumbul pentru copt fiind ceruți tot mai mult de piață, se recomandă a fi cultivate soiurile : Golden Cross Bantam, Galben de Fundulea și Delicios.

Studiile arată că toți hibrizii din cultura principală cultivați în cultură succesivă, au procent mai scăzut de proteine în bob.

În unele țări, în cultură principală s-au introdus hibrizi foarte valoroși, cum este hibridul „Opaque 2" al cărui conținut în proteină este cu 50% mai mare decît la hibrizii standard (fig. 12.8).

Introdus în furajarea porcilor, sporul de creștere în greutate vie a fost de 3—5 ori mai mare decît la porcii furajați cu alte amestecuri de furaje.

Grîu. În zona de cîmpie și în partea de sud și sud-est a Cîmpiei Române s-au remarcat și s-au zonat soiurile : Bezostaia 1, Lovrin 13, Lovrin 10, Kaucaz. În Dobrogea, Bărăgan și Cîmpia Dunării este zonat soiul Dacia, Aurora, Excelsior, iar Bezostaia 1 este zonat pentru toată țara.

India și Japonia, pe baza grînelor pitice din Mexic au creat numeroase soiuri foarte rezistente la cădere și cu producția de peste 6 000 kg/ha. În anul 1968, India a cultivat peste 2 000 000 ha cu soiuri pitice productive, cu un conținut de 16,5% proteină.

Alte țări au creat soiuri pitice ca soiul Gaines care în regim irigat a dat 14 000 kg/ha. În R. P. Ungaria s-au creat hibrizii de secară × grîu (forma Triticale, cu 18—20% proteină).

Fig. 12.8. Hibrizi de porumb ale căror frunze au poziții diferite față de verticală.

Scanned with OKEN Scanner

Floarea-soarelui. Un soi de floarea-soarelui pretabil la irigație se cere să reacționeze puternic la apă prin mărirea calatidiului, să nu scadă procentul de ulei și să aibă tulpina cît mai scurtă. Din numeroasele soiuri încercate s-au ales și zonat următoarele:

— Record pentru Moldova, Dobrogea, Muntenia și Oltenia.

— Select și Orizont, două soiuri cu procent ridicat de ulei. S-au creat și s-au introdus în cultură în ultima vreme numeroși hibrizi (Romsun-52, Romsun-53), care dau producții mai mari decît soiurile Record și Select.

Cartof. Dintre soiurile timpurii și semitimpurii sînt zonate următoarele:

— Irish Cobbler zonat în toată țara, este un soi timpuriu care ocupă circa 25% din suprafața ce revine soiurilor timpurii.

— Ostara, Sirtema, zonate în Dobrogea, Oltenia, Muntenia; se cultivă numai pentru cartofi timpurii.

— Urgenta și Bintje sînt soiuri semitimpurii zonate în toată țara. În zona mai puțin favorabilă, cartofii din soiurile tîrzii ajung mai repede la maturitate cu circa 16—21 zile. Păstrarea lor devine greoaie, cu pierderi mari. Prin irigație perioada de vegetație se prelungește și unele soiuri semitîrzii și tîrzii pot fi cultivate cu succes în zona mai puțin favorabilă, adică în zona de cîmpie. Apa este însă un factor termoregulator și în zona foarte favorabilă a culturii cartofului, de aci necesitatea irigării și acestei zone cînd condițiile climatice o cer.

Materialul săditor necesar zonei de cîmpie este bine să fie procurat din zona închisă de producere a cartofului.

Orice soi cultivat în regim irigat necesită după fiecare udare, stropiri împotriva manei.

Ameliorarea cartofului în unele țări a progresat mult, obținîndu-se soiuri cu peste 30% substanță uscată.

Sfecla de zahăr. Soiurile de sfeclă de zahăr în cultură irigată trebuie să asigure masă cît mai mare de rădăcini, conținut de zahăr ridicat, rezistență la cercosporioză și precocitate.

Soiurile, liniile indigene și străine ce se experimentează în condiții de irigare, duc la identificarea și selecționarea celor mai productive.

Soiurile poliploide românești create prin hibridare asigură o producție mare. În etapa actuală s-a experimentat și se cultivă soiul R. Poly 1 și soiul R. Poly 7 cu o producție de peste 76 000 kg/ha.

Lucerna. În cultură uscată, la noi în țară, se cultivă populațiile de Bărăgan și de Banat. Lucerna de Bărăgan este foarte rezistentă la ger, la boli și valorifică bine fertilizanții. Cea de Banat este mai sensibilă la boli și cu mai slabă capacitate de valorificare a fertilizanților.

În anii din urmă s-a creat în țară lucernă hibridă 652 și Varia 454, care sînt mai productive decît primele. De asemenea se introduc în cultură linii și soiuri noi de lucernă mult îmbunătățite ca *F* 27—55, *F* 655 și *F* 463.

Soia. Soiurile care se cultivă în prezent sînt de import, dintre care s-au remarcat și zonat: Chippewa, soi cultivat pentru producția de boabe; este zonat în toată zona favorabilă plantei. Soiul Lincoln, zonat în toată țara pentru producția de siloz. S-au mai importat și se experimentează soiurile Merit, Clark 63, Shelby, Harosoy, toate pentru producția de boabe.

Prin hibridare s-au obținut în S.U.A. liniile *U* și U_1 rezistente la scuturare și cădere, a căror producție întrece cu 20% soiurile actuale.

Scanned with OKEN Scanner

Aceste linii au rezistat 70 de zile după epoca de maturizare în ciuda lapoviței, zăpezii și vîntului puternic fără să înregistreze pierderi. Violeta (*F* 493/63) și Flora (F 506/63) sînt soiuri autohtone valoroase.

Fasole. Planta se cultivă de multă vreme la noi, dar numai de puțină vreme se află în sfera de cercetare pentru crearea de noi soiuri.

Soiurile zonate sînt : *F*-416, în Banat și Transilvania, și *F*-332, în Moldova, Muntenia, Oltenia. S-au experimentat cu succes soiurile Michigan și Great Northern, soi tardiv, ultimul recomandat a fi cultivat în sudul țării.

12.5. LUCRĂRI DE ÎNGRIJIRE A CULTURILOR IRIGATE ÎN TIMPUL VEGETAȚIEI

Operațiunile și măsurile tehnice ce se aplică unei culturi în timpul vegetației ca să crească și să se dezvolte normal se numesc lucrări de îngrijire ; se execută în scopul menținerii condițiilor favorabile din sol create înainte de semănat, favorizării plantelor de cultură în concurență cu buruienile, bolile și dăunătorii asigurării fiecărei plante cu spațiul de creștere necesar (răritul culturilor prășitoare), declanșării operației de udare.

În agricultura irigată, lucrările de îngrijire sînt mai numeroase datorită faptului că prin introducerea factorului apă, o serie din însușirile fizice și chimice ale solului se înrăutățesc. Viteza de infiltrație a apei se micșorează, tasarea crește și intervenția mecanică prin lucrări de afînare devine necesară.

Afînarea solului la suprafață și menținerea porozității în procent de 48—55% dă posibilitatea aerului și apei să pătrundă în stratul arabil. Ca urmare, viața microbiană se dezvoltă normal și procesul de nitrificare se desfășoară energic.

Grăpatul cu grapa cu colți reglabili a semănăturilor nerăsărite împiedică formarea crustei sau o distruge. În cazul plantelor prășitoare, folosirea sapei rotative înainte de răsărire distruge cel puțin 50% din buruienile neîncolțite și favorizează încolțirea culturii.

Datorită tasării și îmburuienării, numărul prașilelor este mai mare față de agricultura neirigată. Pentru reducerea prețului de cost cît și pentru înlăturarea totală a buruienilor de pe rînd, este necesar, în cazul culturilor prășitoare, să se folosească erbicide pe rînd.

Doza de 2—3 kg/ha atrazin în cultura porumbului a înlocuit total prașila manuală pe rînd. Produsul „Gramoxone“ are efect mult mai mare împotriva buruienilor din vii, pomi și cereale. În cazul folosirii intense a erbicidelor chimice efectul prașilei devine inutil.

12.5.1. LUCRĂRILE PREGĂTITOARE ÎN VEDEREA IRIGAȚIEI

La irigația prin scurgere la suprafață, cu excepția fîșiilor de udare, rețeaua de udare se execută în cursul vegetației plantelor.

Deschiderea brazdelor de udare se face treptat cu lucrarea de prășit. După efectuarea udării, imediat ce terenul s-a svîntat, se execută o nouă afînare cu cultivatorul sau prășitoarea. Această lucrare nu trebuie să niveleze terenul, piesele active ale cultivatorului se plasează în planuri și unghiuri diferite pentru a executa afînarea solului între rînduri. Nu este practic să se închidă și apoi să

Scanned with OKEN Scanner

se deschidă brazdele după fiecare udare, pentru că lucrarea de deschidere se execută greu iar mai tîrziu devine imposibilă din cauza înălțimii plantelor. De aceea deschiderea se execută treptat înaintea primei udări, iar afînarea solului se face numai pe fundul și pe taluzele brazdelor fără a distruge profilul acestora.

După cea de a doua sau a treia udare, plantele sînt dezvoltate atît de mult, încît nu se mai poate intra în cultură și prin urmare terenul nu mai poate fi afînat.

La udarea prin aspersiune nu se prevăd lucrări de îngrijire speciale.

12.5.2. BURUIENILE ȘI COMBATEREA LOR ÎN AGRICULTURA IRIGATĂ

Condițiile favorabile de vegetație ce se realizează pe terenurile irigate asigură și buruienilor posibilitatea să crească și să se dezvolte mai bine decît pe terenurile neirigate.

Buruienile produc *pagube* agriculturii prin:

— consum mare de apă; S. K. Kondrașev demonstrează că într-un lan invadat de volbură, numai aceasta a consumat în decurs de o lună 503 m³/ha adică echivalentul unei norme medii de udare. Cu cît plafonul minim se mărește, cu atît buruienile cresc mai bine, mai viguros. Excepție face pălămida (*Cirsium arvense*) care prin inundarea terenului dispare.

— consum mare de substanțe hrănitoare; pe terenurile îmburuienate efectul pozitiv al irigației scade în mod considerabil din cauza dezechilibrului dintre apă și substanțele hrănitoare consumate de buruieni.

— favorizează dezvoltarea bolilor și dăunătorilor (tabelul 12.36).

TABELUL 12.36

Influența regimului de irigație asupra evoluției atacului de tăciune la porumb
(I. C. Popescu)

Varianta	Buruieni (nr/m²)	Atac de tăciune (%)
Porumb neirigat	10	2,17
Irigat la 62,8% din C	15	4,72
Irigat la 69% din C	19	5,64

La plafon ridicat, procentul de plante tăciunate a crescut.

La daunele enumerate se mai adaugă următoarele:

— umbrirea plantelor în cazul buruienilor înalte; exemplu: costreiul (*Sorghum halepense*), stuful (*Phragmites communis*).

— căderea plantelor în cazul invadării cu buruieni agățătoare;

— istovirea plantelor în cazul infestării plantelor de cultură de către plantele parazite și scăderea temperaturii în lanul îmburuienat care duce la întîrzierea maturării.

Pe toate terenurile irigate fitoasociația se modifică față de terenurile neirigate, predominînd speciile hidrofile.

Pe terenurile irigate mai mulți ani buruienile predominante sînt: *Echinochloa crus-galli*, *Setaria sp.*, *Vicia angustifolia*. *Rumex acetosella*, *Polygonum persicaria*, *Avena fatua* etc.

Scanned with OKEN Scanner

În amenajările noi, la începutul irigației predomină: *Amaranthus retoflexus albus, Convolvulus arvensis, Setaria glauca, Sonchus arvensis, Atriplex sp., Cardus acanthoides.*

Particularitatea biologică cea mai importantă a buruienilor față de plantele de cultură este *capacitatea lor mare de a se înmulți* atît pe cale sexuată cît și pe cale vegetativă.

Umiditatea favorabilă din sol determină o regenerare mai intensă a buruienilor, prin segmente de tulpini subterane și muguri radiculari. La buruienile din familia graminee înfrățirea este intensificată, frații fiind tăiați se înrădăcinează ușor în solul umed. Buruienile avînd la dispoziție apă, cresc și se dezvoltă viguros, dînd un număr mai mare de semințe.

Răspîndirea buruienilor pe terenurile irigate se face nu numai prin mijloacele obișnuite, ci și prin apa de irigație. O bună parte din buruienile agriculturii irigate sînt hidrocore. În apa sau în mîlul umed de la fundul canalelor de irigație, semințele nu mor; ele rămîn viabile un timp foarte îndelungat. Lîsogorov a găsit semințe viabile de *Xanthium strumarium* și *Sonchus arvensis*, după ce au stat în apă 44, respectiv 32 luni.

O sursă principală de invadare a apei de irigație cu buruieni, care influențează la rîndul lor solul, o constituie canalele cu funcționare intermitentă cum sînt canalele distribuitoare de sector sau grup de sector incorect întreținute.

Îmburuienarea canalelor de irigație provoacă nu numai infestarea terenurilor cu buruieni dar și micșorarea debitului apei pe canal prin micșorarea secțiunii canalului și prin împiedicarea curgerii apei.

După S. K. Kondrașev numărul buruienilor (*Sorghum halepense*) la diferite distanțe de canalul de irigație se prezintă astfel:

— distanța de la canal în m: 10 20 30 40 50

— numărul buruienilor, plante/m² 7 5 4 3 2

Cu 1 m³ apă de irigație se duc în cîmp pînă la 2 000 semințe. La o normă de 600 m³/ha se pot duce în cîmp 120 semințe de buruieni pe m².

Măsuri de combatere specifice împotriva îmburuienării

Curățirea apei de irigație. Pe canalele provizorii se montează dispozitive simple cu ajutorul cărora stratul de apă de la suprafață în care plutesc semințele de buruieni este dirijat spre recipiente de captare.

Întreținerea canalelor de irigație fără buruieni. Măsurile pentru combaterea buruienilor de pe canalele de irigație pot fi *preventive*, care au scopul să înlăture pe cît posibil îmburuienarea prin însămînțarea taluzelor cu ierburi de talie joasă (*Medicago lupulina, Trifolium pratense, Lotus corniculatus, Poa pratensis*), reducerea înălțimii de siguranță a canalelor, căptușirea canalelor (pereu de beton sau materiale rezistente), cosirea ierburilor periodic și ori de cîte ori este nevoie. Măsurile curative au scopul de a distruge buruienile apărute, prin mijloace manuale, mecanice și chimice.

Mijloacele manuale constau în distrugerea manuală a buruienilor de pe canale prin tăiere, folosindu-se o seceră cu coada lungă, „cîrlig", cu care se poate curăți zilnic 140—280 m² de canal.

Pentru buruienile submerse se utilizează lopata obișnuită, dar cu productivitate redusă. Fierăstrăul subacvatic acționat de doi muncitori ce se deplasează pe taluz în sens contrar scurgerii apei, taie plantele submerse după care acestea se scot din canal.

Scanned with OKEN Scanner

Utilajele mecanice; la distrugerea buruienilor de pe canalele de irigație se folosesc diferite mașini ca: echipametul Badford de fabricație engleză, acționat de tractorul U-651 care poate executa curățirea vegetației pe canale cu adîncimea pînă la 2,5 m și cu lungimea taluzurilor pînă la 4,5 m; cositori plutitcare de tipul *WMZ*; draglinele și drăgile, în cazul canalelor puternic colmatate și infestate cu plante emerse (sînt cele mai bune mașini de curățire a canalelor).

Printre *mijloace chimice* de distrugere a buruienilor anuale și perene emerse se folosesc mai multe erbicide ca 2,4—*D* (2,4 diclorofenoxiacetic) împotriva plantelor emerse (Typha sp.), 13,4 kg/ha de 2,4—*D* la ha în 2 200 l apă și 24,5—*T* acid triclorofenoxiacetic pentru combaterea speciilor lemnoase (ca mărăcinișuri). Împotriva plantelor submerse cele mai eficiente erbicide sînt cele bazate pe solvenți aromatici și anume gudronul de cărbune și derivate de petrol. Produsul „Nata" are efect riguros asupra plantelor cu rizomi ca: *Cynodon dactylon*, *Typha sp.*, *Sorghum halepense*.

Sterilizanții de sol cu săruri de bor și clor se folosesc la distrugerea buruienilor în jurul nodurilor de distribuție și în jurul lucrărilor de pe canale.

Stimulatorii de creștere de tipul 2M — 4C (acid 2 metil 4 clorofenoxacetic) au un rol esențial în distrugerea buruienilor.

În primele faze de vegetație buruienile se ard cu flacăra. Dispozitivul de produs flacăra se montează pe cadrul cultivatorului. Operația de ardere se repetă de 3—4 ori. Plantele cultivate sînt protejate prin apărători contra flăcării. Experiențele cu flacără efectuate la Stațiunea Banu-Mărăcine (unde pentru ardere s-a utilizat motorina) s-au dovedit economice și cu mare efect în distrugerea buruienilor.

Studii și cercetări recente (1969) dovedesc că în nodozitățile de soia formate sub acțiunea bacteriei (*Rhizobium japonicum*) se găsește o substanță toxică pe care cercetătorii au numit-o „rhizobitoxină". Substanța este toxică pentru plante, mai puțin toxică pentru animale. În sol, rhizobitoxina se distruge după 2—3 zile; ca urmare efectul remanent este nul. Experiențele au arătat că prin rhizobitoxină se distruge o gamă largă de buruieni, precum și unele culturi. Cantitatea de Rhizobitoxină la un hectar variază între 150—180 g/ha.

Combaterea buruienilor din orezării. În orezării, buruienile sensibile la excesul permanent de apă sînt ușor distruse prin inundare cu un strat de apă care le acoperă în întregime; așa sînt: *Echinochloa crus-galli*, *Setaria glauca*, *Raphanus raphanistrum*, *Cirsium arvense*, *Sorghum halepense* etc.

În aplicarea acestei metode se cere să se respecte următoarele reguli:

— inundarea să se facă la începutul vegetației, deoarece plantele de *Echinochloa* sînt mai plăpînde și mai sensibile la lipsa de oxigen decît plantele de orez. În faza de 2—3 frunze substanțele nutritive din sămînța de *Echinochloa* sînt epuizate iar puterea de absorbție a rădăcinilor es e slabă;

— grosimea stratului de apă să fie de cel puțin 10—15 cm ajungînd la 20—25 cm, astfel că înălțimea apei să depășească talia plantelor cu 5—7 cm;

— apa să fie caldă. La temperatura apei de 10—12° buruienile pier în 10—12 zile, la 20—25° în 7—8 zile iar la cea de 25—30° în 1—2 zile. Aceste cifre scot în evidență că în perioada rece buruienile nu se pot combate prin inundare. Cînd pe frunzele de *Echinochloa* au apărut bule de aer, începe și îngălbenirea. După acest fenomen tufa se culcă la pămînt. Din acest moment stra-

Scanned with OKEN Scanner

tul de apă poate fi redus deoarece și plantele de orez încep să dea semne de suferință. Dacă orezul a început să îngălbenească, stratul de apă se evacuează chiar dacă nu s-au distrus buruienile.

La noi în țară se recomandă următoarele substanțe și procedee chimice de combatere a buruienilor din orezării:

Erbicidul Molinat, cu denumirea comercială de Ordram E. 6 (*S*-etyl hexahydro-1-*H*—azepine—1—carbathioate), este selectiv pentru orez în toate fazele de vegetație și fitotoxic pentru orezul semănat în uscat cu mașina, căruia îi produce pierderi pînă la 40%. Cînd Ordramul se aplică în uscat orezul se va semăna în apă. Acest erbicid hormonic este specific combaterii mohorului (*Echinochloa*) și are acțiune îndelungată în tot ciclul vegetației acestuia. Ordramul se aplică în uscat și în apă.

Aplicarea în uscat se face înainte de semănat cu 2—5 zile, în teren bine nivelat utilizîndu-se mașinile MSPP, RS-09. Doza de erbicid este de 4—5 kg/ha, pentru terenurile ușoare și mijlocii și 5—6 kg/ha pe terenurile grele, în soluție de 600—800 litri apă. Stropitul trebuie făcut cu stropi mari și la distanță de circa 30 cm de suprafața solului. După stropire, în aceeași zi, se lucrează cu discul la 8 cm adîncime, și la cel mult 24 ore terenul se inundă. Semănatul orezului se va executa numai în apă.

Aplicarea în apă. Ordramul se administrează în timpul vegetației după perioada evacuărilor de înrădăcinare și combaterea dăunătorilor. Stropitul se face la suprafața apei în doză de 6 kg în 600 litri apă. Evacuarea apei din parcelă se face după ce tot mohorul a fost distrus.

Erbicidul Propanil, cunoscut în comerț sub denumirea de Stam *F* 34, surcopur (3, 4 — diclopropionanilida) este selectiv pentru orez și fitotoxic pentru mohor, ciperacee și alismatacee. Este erbicid de contact, repede absorbit de plante (după 6—12 ore de la stropire). Nu are efect remanent.

Momentul optim de aplicare este atunci cînd *Echinochloa* are 2—3 frunze; pe măsură ce Echinochloa crește, efectul erbicidului scade.

Modul de aplicare este diferit depinzînd de metoda de semănat.

La orezul semănat în uscat, erbicidul se aplică atunci cînd mohorul are 3—4 frunze și este aproape de înfrățit, înainte de începerea irigatului orezului prin inundare (tabelul 12.37).

TABELUL 12.37

Doza de produs Stam *F* 34 (în l/ha) ce se aplică în cultura orezului

Temperatura aerului	Faza de vegetație a mohorului:			
	1—3 frunze	4—5 frunze	început înfrățit	înfrățit
20—25°C	12	14	16—17	18—20
10—15°C	14	16	18—20	20—22
Epoca de aplicare	optimă	bună	tîrzie	foarte tîrzie

Înainte de tratament se evacuează apa din parcele. Tratamentul se face pe timp călduros și însorit, nu pe timp noros sau ploios. Tratamentul se repetă dacă după tratament a plouat înainte de a trece 6 ore.

Pregătirea soluției se execută prin turnarea erbicidului în apă; în modul acesta se evită formarea spumei. Cantitatea de apă necesară stropitului este determinată de tipul mașinii de stropit, astfel:

— 80—100 l/ha cînd se utilizează avionul;

Scanned with OKEN Scanner

— 400—500 l/ha cînd se utilizează aparate de stropit tractate ;
— 500—600 l/ha cînd se utilizează pompe purtate.

După 2—3 zile de la tratarea cu erbicid nivelul apei se ridică la înălțimea maximă pe care o poate suporta orezul.

La orezul semănat în apă, tehnologia aplicării erbicidului este identică cu cea de la orezul semănat în uscat numai că dozele de erbicid STAM *F*-34 sînt mai mici, 1—3 l/ha.

12.6. ASOLAMENTE ÎN AGRICULTURA IRIGATĂ

12.6.1. FUNCȚIILE ȘI NECESITATEA ASOLAMENTELOR ÎN CONDIȚII DE IRIGARE

Funcțiile asolamentelor într-o agricultură irigată derivă din cerințele dezvoltării producției de calitate. Printre funcțiile majore se numără :

— *funcția fizică* ; solul din asolamentul irigat este supus unei exploatări intense. Pentru a răspunde acestei acțiuni se cere ca în stratul activ să existe umiditatea optimă necesară fenomenului de (ETR). Porozitatea solului să permită un raport echilibrat între aer și apă iar infiltrația să varieze între 16—25 mm/h. În experiențe de 50 de ani executate în S.U.A., statul Illinois, introducerea ierburilor perene a îmbunătățit starea fizică a solului și i-a mărit permeabilitatea pentru apă (tabelul 12.38).

TABELUL 12.38

Influența ierburilor perene asupra vitezei de infiltrație a apei în sol

Asolamentul	Viteza de infiltrație a apei în sol (mm/oră)
Porumb—porumb—porumb—soia	5
Porumb—ovăz—trifoi—grîu	31
Ierburi perene	213

În R.F.Germania, rotația cea mai bună pentru îndeplinirea funcției fizice este : 1 grîu de toamnă, 2 orz de primăvară (cultură succesivă), 3 sfeclă de zahăr, 4 cartof, 5 grîu de toamnă (cultură succesivă), 6 orz de primăvară (trifoi anual cultură ascunsă). Culturile succesive sînt obligatorii în sistemele irigate.

— *funcția chimică* vizează balanța elementelor nutritive și a humusului din sol. Datorită specializării agriculturii (producția de cereale) într-o serie de țări vest europene problema balanței humusului în sol a devenit deosebit de acută. Restabilirea balanței humusului se realizează prin folosirea tuturor resturilor organice și culturilor succesive pentru fertilizarea organică verde.

Pe solurile ușoare din R.P. Polonă asolamentul cu lupin în rotația : 1 cartof, 2 orz, 3 secară, 4 lupin pentru boabe, 5 secară, solul a primit numai la o rotație 2 600 kg/ha substanță uscată, care echivalează cu 60 t/ha gunoi de grajd.

Scanned with OKEN Scanner

— *funcţia biologică*; inhibarea buruienilor, bolilor şi dăunătorilor plantelor cultivate, a fenomenului de oboseala solului sînt numai cîteva din particularităţile funcţiei biologice.

Fenomenul de oboseală al solului este puţin cunoscut ; totuşi K ö n n e c k e, în funcţie de producţie, grupează descrescînd plantele în succesiunea prezentată (tabelul 12.39).

TABELUL 12.39

Manifestarea fenomenului de „oboseală" a solului în funcţie de cultură

Grupa	P l a n t e l e
1	Secară, Porumb, Bob, Soia, Mei, Cînepă, Tutun
2	Cartof, Lupin, Seradela
3	Orz, Grîu
4	In, Trifoi, Sfeclă de zahăr, Ovăz, Mazăre, Rapiţă

Culturile din grupa a 4-a trebuie să revină pe acelaşi loc o singură dată la 3—6 ani.

În monoculturile de grîu şi porumb, buruienile au devenit tolerante la dozele sporite de erbicide chimice aplicate. Calitatea biologică a producţiei sub influenţa pesticidelor a scăzut mult. Erbicidele au apărut ca reziduuri în sol, în produsele recoltate ca agenţi ce influenţează neplăcut gustul produselor agricole. Efectul rezidual al erbicidelor se manifestă chiar dacă se respectă pauza pentru culturile premergătoare. Introducerea asolamentului devine în acest caz obligatoriu.

În figura 12.9 se prezintă evoluţia substanţei organice în funcţie de tipul şi felul exploatării asolamentului.

La aplicarea sistemului de organizare intericară, care constă în împărţirea terenului în sole astfel dimensionate încît să asigure o rotaţie raţională, se prevede ca maşinile să lucreze rentabil. Asolamentul proiectat în planul de organizare al întreprinderii agricole pe baza căruia s-a stabilit organizarea interioară a terenului arabil, va putea fi modificat în funcţie de sarcinile producţiei de cereale, de o nouă tehnologie şi de dezvoltarea sectorului zootehnic.

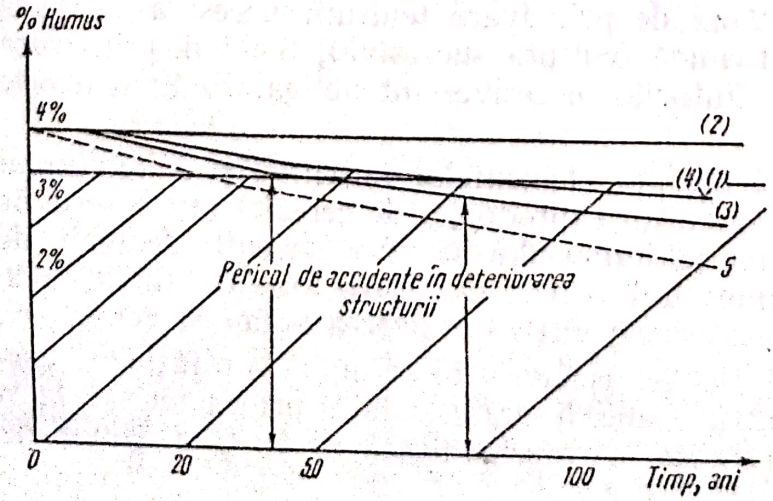


Fig. 12.9 Evoluţia substanţei organice în sol după aplicarea unui tip de asolament şi a unei metode de cultură practicată :

1 — exploatare intensivă fără animale ; 2 — exploatare intensivă cu animale ; 3 — exploatarea tradiţională de policultură fără animale ; 4 — exploatare tradiţională de policultură şi animale ; 5 — nefertilizat organic.

Scanned with OKEN Scanner

Lipsa de furaje verzi în sectorul zootehnic în lunile iulie, august, septembrie, octombrie poate fi rezolvată prin cultivarea plantelor furajere în regim irigat.

Experienţele din ţara noastră arată că în funcţie de calitatea furajului şi de producţia realizată, cultura a trei variante de plante furajere prezintă interes economic în obţinerea furajelor necesare sectorului zootehnic (tabelul 12.40).

TABELUL 12.40

Producţia anuală de furaje la următoarele culturi şi succesiuni (N. H u l p o i)

Varianta	Succesiunea culturilor într-un an agricol	Producţia obţinută		
		masă verde (t/ha)	UN/ha	Proteină digestibilă (kg/ha)
I	Borceag de toamnă Porumb masă verde Rapiţă furajeră Liho sau Iarbă de Sudan	130	21 700	2 350
II	Lucernă	90	12 600	2 800
III	Sfeclă furajeră semizaharată	155	19 000	1 480

Lucerna deşi a dat mai puţină masă verde, are însă cea mai mare cantitate de proteină digestibilă adică este un furaj de foarte bună calitate. După ce s-a rezolvat problema furajului verde se trece la organizarea asolamentului de cîmp.

12.6.2. CARACTERISTICILE ASOLAMENTELOR DIN AGRICULTURA IRIGATĂ

Asolamentul irigat cuprinde un număr redus de plante în comparaţie cu asolamentul neirigat. Se includ în asolamente numai plante care reacţionează foarte economic în condiţiile de irigaţie (lucernă, porumb, soia, sfeclă de zahăr, sorg).

Asolamentul irigat introduce culturi succesive de plante amelioratoare care măresc fertilitatea solului. Dintre leguminoasele anuale pentru boabe, pentru nutreţ în cultură de bază, succesivă sau în amestec, cu rol ameliorator citäm : lupinul dulce, sulfina albă, soia, fasolea etc.

Durata efectului ameliorator al materialului organic asupra solului irigat este mai scurtă în sensul că mineralizarea substanţei organice este mai energică. Efectul remanent al amelioratorului organic sau chimic variază astfel : leguminoase perene 3—4 ani ; leguminoase anuale 2 ani ; fertilizanţi organici 2—3 ani ; fertilizanţi chimici 1—2 ani.

Revenirea amelioratorului la intervale scurte, asigură reuşita culturilor următoare. Leguminoasele anuale, borceagul de toamnă masă verde, soia pentru boabe, sulfina anuală, lupinul alb dulce, au efect pozitiv în ridicarea fertilităţii solului.

Agricultura irigată asigură dezvoltarea în bune condiţiuni a amelioratorului (fără ca să se reducă din suprafeţele destinate culturilor principale) în sensul că se cultivă în cultură ascunsă sau succesivă.

Scanned with OKEN Scanner

Cultura ascunsă de sulfină albă anuală și lupin furajer în grîu irigat se consideră foarte rentabilă. Cultura intercalată de porumb și soia pentru siloz sau chiar soia în cultură pură succesivă după o cultură recoltată devreme, permite o bună fertilizare organică. Lucerna este o bună amelioratoare a tuturor solurilor. Pe solurile normale cu fertilitate naturală bună și cu nivelul apei freatice constant, lucerna se cultivă în solă săritoare. Pe solurile secătuite printr-o îndelungată irigație nerațională, pe terenurile folosite ca grădini de legume, pe solurile cu nivelul apei freatice aproape de suprafață și deci expuse salinizării precum și în orezării, lucerna se introduce în asolament menținîndu-se în cultură 3—4 ani.

Gunoiul de grajd este un bun ameliorator al solurilor și se dă plantei prășitoare: porumb, sfeclă de zahăr, floarea soarelui etc.

Pe terenul irigat, după recoltarea plantei de bază (principale) rămîne încă umiditate care să asigure răsărirea unei alte culturi. În caz de neînsămînțare, datorită temperaturii ridicate, evaporația crește și ascensiunea apei de jos încărcată cu săruri este inevitabilă; ca urmare salinizarea secundară devine o realitate. Pentru acest motiv sistemul cu semiogor este contraindicat în agricultura irigată.

După plante ce se recoltează devreme — pentru masă verde — se seamănă porumb pentru siloz sau chiar pentru boabe. După plantele ce se recoltează mai tîrziu, ca grîu, orz, se va semăna porumb pentru siloz sau pentru masă verde, iarbă de Sudan sau culturi pentru fertilizanți organici verzi (lupin, fasoliță, floarea-soarelui etc.)

Culturile succesive trebuie să fie irigate la plafon minim ridicat mai ales în prima jumătate a perioadei de vegetație adică în timpul căldurii de vară.

În asolamentul irigat cultivîndu-se puține plante și numărul de sole este relativ mic. Dacă totuși numărul de plante este mai mare se vor cultiva 2—3 plante în aceeași solă (solă combinată). Este de dorit ca parcelarea solei corespunzătoare plantelor grupate să se facă pînă la nivelul sectorului de irigație căci cultivarea mai multor plante pe același sector ar produce dificultăți în legătură cu organizarea irigării.

Gruparea plantelor în solă se face după criteriul de a fi bune premergătoare celor post mergătoare; de exemplu, în sola premergătoare cerealelor se pot grupa următoarele plante:

— porumb pentru siloz în amestec cu soia, leguminoase anuale pentru boabe;

— borceag de toamnă pentru masă verde; *în succesiune* se plantează cartofi de vară, porumb siloz și soia în cultură principală;

— porumb siloz, floarea-soarelui;

— porumb semitardiv pentru boabe, cartofi, floarea-soarelui;

— grîu de toamnă (succesiv se seamănă porumb masă verde), porumb pentru boabe;

Pentru sola care premerge culturilor de primăvară plantele se pot grupa astfel:

— grîu de toamnă (succesiv, porumb masă verde), secară de toamnă pentru masă verde (succesiv se seamănă porumb pentru siloz);

— porumb tardiv pentru boabe, sfeclă de zahăr (ambele fertilizate cu gunoi de grajd).

Scanned with OKEN Scanner

Structura culturilor în asolamentul irigat trebuie să corespundă sarcinilor economice pe care le au de îndeplinit unităţile agricole, să cuprindă plante pretabile la irigaţie şi să permită organizarea unei rotaţii corespunzătoare.

Plantele cu un coeficient mare de valorificare a apei de irigaţie cum sînt: ovăzul, meiul, mazărea etc., să se cultive temporar în asolament neirigat sau în sole neirigate. Organizarea unei rotaţii raţionale se efectuează greu deoarece piaţa internă şi externă manifestă cerinţe variabile asupra sortului de produse. Solurile fertile suportă monocultura îndelungată şi cultivatorii se specializează în una sau două culturi. Numărul mare de plante în cultură cere un set de maşini mai complex, deci mai scump.

Cu cît nivelul tehnic al agriculturii este mai ridicat, cu atît efectul unei rotaţii corespunzătoare se pune în evidenţă prin obţinerea de producţii mari şi la un preţ de cost scăzut. Asolamentul specializat pentru porumb, cînd cultura ocupă peste 50%, în cazul unei tehnici avansate este raţional. La Fundulea, în regim neirigat, s-a demonstrat că pentru îndeplinirea şi depăşirea indicilor stabiliţi în planul de stat şi anume la 100 ha teren arabil, cel puţin 180 t cereale din care 77 t/grîu, asolamentele cerealiere specializate în grîu şi porumb sînt cele mai indicate.

În asolamentele irigate specializate — la care culturile de bază sînt porumbul şi grîul — este obligatoriu să se intervină cu o cultură ascunsă sau succesivă ca ameliorator la intervale scurte. Se recomandă ca succesiunea plantelor principale şi a celor intermediare să se facă într-o rotaţie stabilită în prealabil, nu într-o alternanţă liberă.

12.6.3. SCHEME DE ASOLAMENTE PENTRU CULTURILE DE CÎMP IRIGATE

Pe terenurile cu nivelul freatic ridicat şi fără posibilitate de drenaj, asolamentul cu sole neirigate este raţional, deoarece evită salinizarea şi înmlăştinarea.

Rotaţia plantelor suscită interesul cercetării în majoritatea ţărilor. În unele state perioada de cercetare a rotaţiei plantelor se întinde pe decenii.

În R.D.Germană, după 50 ani se arată că monocultura de secară, cartofi şi ovăz a realizat 5 840 UN*/ha, în timp ce aceleaşi plante cultivate în rotaţie au dat o producţie de 6 640 UN/ha. Cea mai bună rotaţie pe nisipurile din R.D.Germană este:

— borceag de toamnă îngrăşămînt verde (fasoliţă cultură succesivă); cartof; secară.

Rotaţia prezentată cuprinde patru culturi în trei ani agricoli.

La noi în ţară în regim irigat se urmăreşte ca plantele de cîmp să valorifice cît mai economic apa. Experienţele arată că monocultura de porumb, faţă de rotaţie, realizează producţii mai scăzute. În rotaţia de trei ani şi pentru culturi în succesiunea:

1 — porumb; 2 — soia; 3 — grîu (soia în cultură succesivă), valoarea producţiei a fost de 10 237 lei/ha.

În rotaţia de 4 ani cu 5 culturi, în succesiunea:

1 — sfeclă de zahăr; 2 — porumb; 3 — floarea-soarelui; 4 — grîu (soia în cultură succesivă) valoarea producţiei s-a ridicat la suma de 13 403 lei/ha. Venitul net pe 1 mm/apă de irigaţie a ajuns la 12,91 lei în timp ce la monocultura de porumb a scăzut la 4,17 lei.

---

* unitate nutritivă.

Scanned with OKEN Scanner

Pe baza informațiilor din experiențele de la noi, cît și în funcție de cercetările altor țări se sugerează cîteva scheme de asolamente ca posibile în zone de stepă:

Schemă de 2 ani cu plante care au o perioadă lungă de vegetație: 1. Prășitoare, porumb boabe; 2. Prășitoare, plante tehnice și leguminoase, solă combinată.

Schema de 2 ani cu plante care au perioadă de vegetație scurtă iar altele ungă:

1. Leguminoase, mazăre (porumb boabe)
   Cereale, orz (fasole boabe)

2. Cereale, grîu de toamnă (cultură de siloz sau fertilizanți verzi)
   (fasole boabe)

Schemă de 3 ani: 1. Prășitoare, plante tehnice+gunoi+leguminoase pentru boabe+porumb pentru siloz (solă combinată); 2. Cereale de toamnă (porumb masă verde); 3. Prășitoare.

Schemă de 4 ani: 1. Prășitoare pentru siloz (fertilizanți organici verzi); 2. Cereale de toamnă (porumb masă verde); 3. Prășitoare — plante tehnice; 4. Prășitoare pentru boabe.

Schemă cu solă săritoare de 5 ani: 1. Prășitoare — plante tehnice; 2. Cereale de toamnă (porumb masă verde); 3. Prășitoare pentru boabe+gunoi; 4. Prășitoare pentru siloz (fertilizanți organici verzi); 5. Lucernă, solă săritoare.

Schema de 6 ani: 1. Prășitoare pentru boabe; 2. Cereale de toamnă (porumb siloz); 3. Cereale de toamnă (sulfină în cultura ascunsă); 4. Prășitoare pentru boabe; 5. Prășitoare pentru boabe+gunoi; 6. Lucernă, solă săritoare.

Pentru silvostepă, pe solurile zonale, schemele sînt asemănătoare, numai că grîul se irigă facultativ în timpul perioadei de vegetație.

Udarea înainte de însămînțare chiar numai pentru răsăritul grîului este necesară. Pentru zona pădurilor de cîmpie datorită condițiilor climatice mai favorabile sortimentul de plante este mai mare. În această zonă grîul, mazărea, iarba de Sudan, floarea soarelui, au nevoie de puțină apă dată prin irigație.

Schema de asolament orientativă pentru condițiile de silvostepă este:

asolament de 6 ani: 1. Prășitoare; 2. Cereale de toamnă irigate (sulfină în cultură ascunsă; după recoltarea grîului se irigă); 3. Prășitoare pentru boabe; 4. Leguminoase anuale — neirigate; 5. Cereale de toamnă — neirigate sau facultativ irigate; 6. Lucernă solă săritoare — irigată.

Schema de asolament irigat pentru terenurile incipient salinizate sau predispuse la salinizare. Asolamentele pe aceste terenuri vor cuprinde plante care au următoarele însușiri:

— rezistență și toleranță la concentrație mare de săruri;

— consum mare de apă din adîncime (lucerna);

Scanned with OKEN Scanner

Pe întreaga suprafață cu tendință de salinizare, în afara perioadei de irigație, se aplică udări de spălare, avînd drept scop aducerea acestor terenuri în stare normală de fertilitate. Structura culturilor din asemenea asolamente nu corespunde integral sarcinilor de plan. Cerințele economice vor fi satisfăcute în asolamentele de pe terenurile zonale. Ca plante indicate a se cultiva în asolamentele irigate de pe terenurile salinizate sînt : sfecla de zahăr, floarea-soarelui, orezul, măzărichea de toamnă, sorgul, meiul, sulfina, secara de toamnă.

Schema generală de asolament pentru terenurile salinizate. 1., 2., 3., Lucernă sau trifoi fragiferum — irigat ; 4. Plante tehnice : sfeclă, floarea-soarelui — irigate ; 5. Cereale de primăvară : orz, ovăz, mei (sulfină în cultură ascunsă, fertilizant verde) ; 6. Plante tehnice, sorg pentru boabe irigat+gunoi de grajd ; 7. Leguminoase anuale pentru furaj, borceag neirigat (cultură succesivă neirigată) ; 8. Cereale de toamnă : secară, orz neirigat.

12.6.4. ASOLAMENTE SPECIALE CU OREZ

Orezul este o plantă ce se „autosuportă" putînd fi cultivat după el însuși mai mulți ani. Monocultura de orez este justificată în mare măsură și de amenajarea terenului pentru irigație prin inundare, care se cere amortizată în timp cît mai scurt. Din numeroase experiențe s-a constatat că în monocultură după un număr oarecare de ani, uneori 3—4, producția de orez scade ajungînd să se stabilizeze la plafoane reduse, de 1000 kg/ha. Chiar și în țările de origine ale orezului, în monocultură producțiile nu depășesc cîteva sute de kg/ha în ciuda condițiilor climatice foarte favorabile. Explicația recoltelor scăzute constă în procesele biochimice defavorabile ce se petrec în solul menținut inundat aproape tot timpul unde descompunerea substanței organice este anaerobă ; o parte din aceasta se carbonifică ; solul se tasează puternic și însușirile lui fizice se degradează sensibil.

Prin încorporarea de cantități sporite de gunoi și arături de desfundare pe solurile astfel degradate se mai poate cultiva orezul, dar cheltuielile vor fi mai mari decît veniturile.

Orezul este o cultură irigată care înrăutățește foarte mult însușirile fizice ale solului, din care cauză s-a ajuns la soluția cultivării orezului alternînd cu alte culturi care nu se irigă.

Practic, după un ciclu de 2—3 ani, maximum 4, de cultură a orezului pe aceeași solă, urmează o plantă anuală sau perenă după care ciclul reîncepe. Planta sau plantele intercalate între ciclurile de orez nu trebuie irigate. Cele mai indicate plante pentru asolamentul cu orez sînt : lucerna, trifoiul, borceagul, fasolea, soia, floarea-soarelui, sfecla de zahăr, cînepa.

Asolament de 3 ani : 1., 2., Orez ; 3. Plante tehnice+gunoi

Asolament de 4 ani : 1., 2., 3., Orez ; 4. Plante tehnice — prășitoare sau leguminoase.

Asolament de 5 ani : 1., 2., 3., Orez ; 4. Leguminoase anuale ; 5. Prășitoare.

Asolament de 8 ani : 1., 2.. 3., Leguminoase perene ; 4. Prășitoare ; 5. Cereale de toamnă. 6., 7., 8., Orez.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 13

REGIMUL DE IRIGARE AL PRINCIPALELOR PLANTE DE CÎMP

13.1. PORUMBUL

13.1.1. NECESITATEA PENTRU APĂ

Porumbul face parte din grupa plantelor care folosesc cel mai productiv apa. Pentru formarea unei unități de substanță uscată, porumbul consumă 234—459 unități de apă, pe cînd floarea soarelui consumă 490—577 iar grîul de primăvară 271—639. Fiind una din cele mai productive plante, porumbul s-a extins rapid în cultură, după apariția hibrizilor dubli care, prin producția mare pe unitatea de suprafață, au înlăturat toate îndoielile cultivatorilor asupra economicității acestei plante.

Faptul că în unele faze de creștere această plantă este foarte pretențioasă față de apă, ajungîndu-se pînă la compromiterea culturii, a determinat o riguroasă activitate științifică în direcția stabilirii consumului de apă și a momentului de udare. Chiar și în țările cu regim pluviometric de peste 1000 mm, se fac studii și cercetări privind necesitatea irigării porumbului.

Cunoașterea precisă a cantității de apă consumată prin evapotranspirație și a posibilității înlocuirii acesteia prin irigare, reprezintă o informație absolut necesară pentru stabilirea regimului de irigare.

Porumbul, ca de altfel majoritatea plantelor, prezintă față de apă, în funcție de faza de creștere, cerințe diferențiate. Astfel G. A z z i, pe baza curbei de creștere în greutate a plantei, stabilește 4 faze caracteristice:

— sporire lentă de masă; de la răsărire pînă la aproximativ trei săptămîni înaintea înspicatului;

— sporire rapidă pînă la masa maximă; de la aproximativ trei săptămîni înaintea înspicatului pînă la aproximativ două săptămîni înaintea coacerii în lapte (subpericada se încheie la jumătatea intervalului între legat și coacerea în lapte);

— scăderea lentă de masă; de la aproximativ două săptămîni înaintea coacerii în lapte pînă la aproximativ o săptămînă după aceasta;

— scăderea rapidă de masă pînă la coacerea completă.

G. A z z i conchide că perioada critică pentru apă a porumbului are loc în faza a doua, de „sporire rapidă pînă la masa maximă".

Cercetători ca: L. I. H a r o l d, H. F. R h o a d e s, J. S t e e l e ajung la concluzia că porumbul are un consum de apă ce variază de la 6,3 mm pînă la 12,6 mm/zi.

T.A. K i s s e l b a c h (1929) arată că la orice cultură, cantitatea de apă folosită depinde în mare măsură de cantitatea masei vegetative și de durata și intensitatea cerinței atmosferice de umezeală.

B i t i u k o v și D o r o j k o precizează că odată cu creșterea plantei, crește și consumul de apă, cel mai mare consum fiind în perioada de înspicare și de dezvoltare a știuleților.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru aproximarea perioadelor critice ale porumbului în condițiile de stepă din R. S. România, M. Botzan stabilește, pe bază de corelații între producții și precipitații, că perioada dintre începutul fazei de 6—8 frunze și începutul înspicatului este critică (luna iunie). În această perioadă are loc creșterea vegetativă cea mai intensă și cel mai mare consum de apă (ET) (fig. 13.1). Pe baza calculului echivalentului pluviometric al secetei, același autor ajunge la concluzia că limita de 63 mm precipitații în iunie reprezintă începutul secetei.

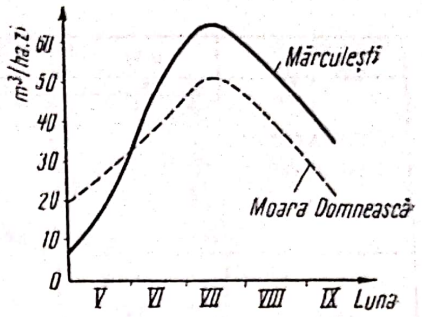


Fig. 13.1. Consumul de apă la porumb.

Cercetările din țara noastră scot în evidență că atît în stepă, cît și în silvostepă, lunile iunie și iulie sînt secetoase; ori tocmai în această perioadă porumbul prezintă cel mai mare consum de apă. Prin urmare, irigarea trebuie să înceapă cu luna iunie (tabelul 13.1).

TABELUL 13.1

Consumul de apă, în expresie procentuală, în funcție de faza de vegetație (M. Botzan)

Faza de vegetație	Intervalul de timp	Consumul (în %) din total
Răsărit — 7 frunze	1.V—5.VI	11—18
7 frunze — înspicat	5.VI—10.VII	27
Înspicat — coacere în lapte	10.VII—5.VIII	23—25
Coacere în lapte — coacere galbenă	5.VIII—25.VIII	18—22
Coacere galbenă — recoltat	25.VIII—1.X	11—19

R. Herpich (1965) stabilește, pentru partea de vest a statului Kansas (S.U.A.), următorul grafic între consumul de apă, precipitații și faza de vegetație (fig. 13.2).

J. S. Robins (1958) arată că pe întreaga fază de vegetație, consumul de apă variază de la 404 mm pînă la 834 mm. În perioada mătăsitului, consumul zilnic, ajunge la 12 mm/zi.

L. B. Nelson (1955) precizează că o plantă de porumb, în faza de deplină înfrunzire, consumă circa 3,5 l apă pe zi.

Shaw (1967) a demonstrat că după 1—2 zile de stress (suferința plantelor din cauza lipsei de apă) în perioada dintre apariția panicolului și polenizare, producția de boabe scade cu 22%.

Stabilirea momentului de aplicare a udărilor în raport cu perioadele critice pentru apă ale porumbului, reprezintă o cerință stringentă în economia de apă și productivitatea culturii.

Scanned with OKEN Scanner

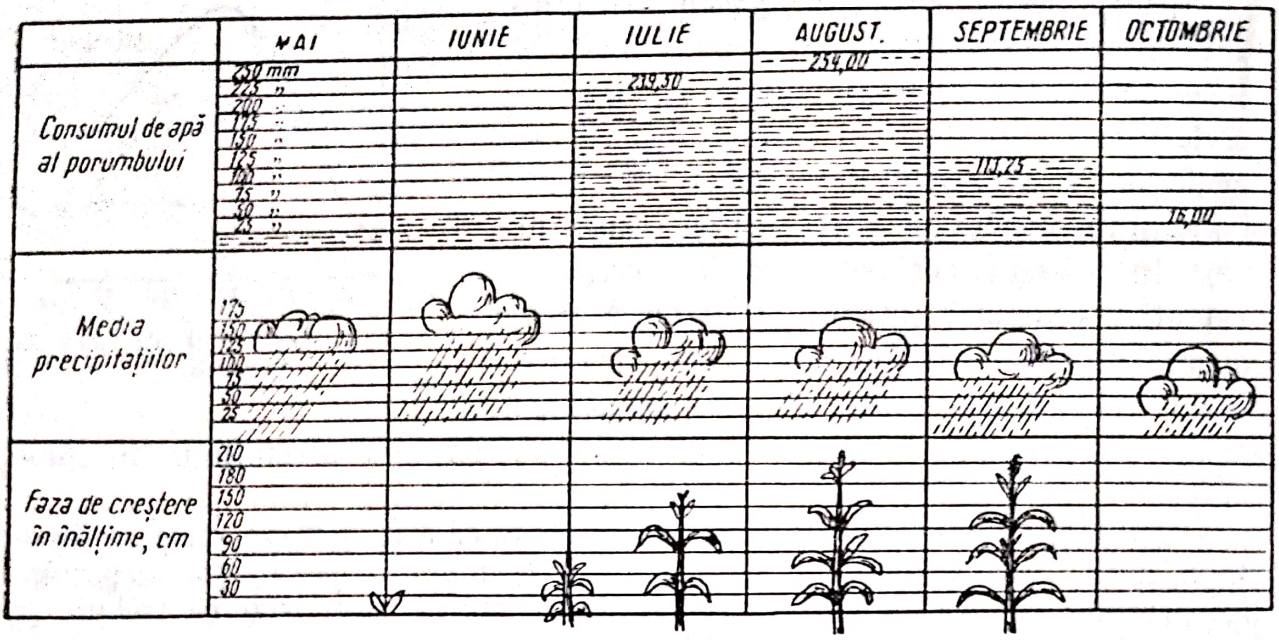


Fig. 13.2. Reprezentarea grafică a precipitațiilor, faze de creștere și consumul de apă al porumbului (după R. H e r p i c h).

Porumbul, ca și celelalte plante, își procură apa necesară din sol. Solurile prin textură, geneză și fertilitate sînt heterogene. Mișcarea apei și posibilitatea de reținere a apei este de asemenea diferită de la un sol la altul; ca urmare, porumbul în funcție de sol, de puterea acestuia de a reține și transmite umiditatea ce o conține va beneficia diferențiat de apa pe care o absoarbe în fiecare fază de creștere.

J. S. R o b i n s (1958) arată că solurile, în funcție de textură, pot reține pentru fiecare strat de 30 cm adîncime, suficientă apă pentru a satisface consumul specific fazei de vegetație a porumbului pentru un anumit număr de zile (tabelul 13.2).

TABELUL 13.2

Corelația dintre faza de vegetație, consumul de apă și textura solului

Faza de vegetație a porumbului	Consumul de apă zilnic (mm)	Numărul de zile în care consumul de apă al porumbului este satisfăcut de umiditatea reținută în stratul de 30 cm		
		solul		
		nisipos	lutos	argilos
Înălțimea de: 20—50 cm	2,53	7—12	12—17	17—22
Mătăsit	6,3	3—5	5—7	7—9

Aceste date scot în evidență că un strat de sol de 30 cm saturat cu apă la capacitatea de cîmp, poate, în absența precipitațiilor sau a irigației, să asigure consumul de apă al porumbului pe un număr limitat de zile. Mai mult, în funcție de textură, frecvența irigației este diferențiată. Rădăcinile plantelor de porumb, în uncție de faza de vegetație, explorează nu numai stratul def

Scanned with OKEN Scanner

30 cm ci și stratul mai profund. Anterior fazei de mătăsit unele rădăcini de porumb ajung la 1,20 m. Adîncimea de 1,20 m poate fi considerată ca rezervor de înmagazinare a apei necesară porumbului (fig. 13.3).

Adîncimea de umezire a solului cu cele mai bune rezultate — în R. D. Germană — a fost de 50 cm cu o producție de 9 080 kg/ha boabe. Desimea optimă, în cazul prezentat, a fost de 70 000 plante/ha. În funcție de grosimea stratului de sol, de capacitatea de reținere a solului pentru apă, cît și de faza critică a porumbului, se poate determina plafonul minim, frecvența irigației și cît de mare trebuie să fie norma de irigație.

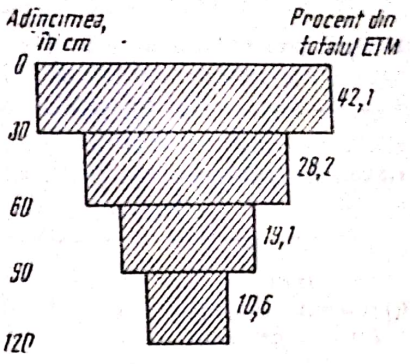


Fig. 13.3. Satisfacerea consumului de apă în cultura porumbului în funcție de adîncimea stratului de sol (după H. C l a u d e).

13.1.2. PLAFONUL MINIM DE UMIDITATE AL SOLULUI

Porumbul vegetează normal realizînd producții economice în funcție de mai mulți factori: textura solului, fertilitatea, faza de vegetație, cantitatea de fertilizanți organici și chimici aplicați și caracteristica hibridului cultivat.

D. S ă n d o i u, cercetînd în casa de vegetație consumul de apă al porumbului, în funcție de faza de vegetație pe diferite agrofonduri pentru doi hibrizi, ajunge la concluzia că menținînd un plafon minim egal cu capacitatea de cîmp pe întreaga pericadă de vegetație, se obține cea mai mare producție. În intervalul de timp dintre faza de șase frunze și înspicare, porumbul vegetează normal, dacă plafonul minim este de 2/3 din capacitatea de cîmp (*C*). Plafonul minim de 1/3 din (*C*) a redus simțitor producția. În perioada de timp dintre înspicat și formarea bobului, se cere ca porumbul să fie irigat la plafonul minim egal cu (*C*). D că se irigă la 1/3 din (*C*) producția scade cu peste 30% față de varianta menținută la plafonul minim egal cu (*C*). Între faza de formare a bobului și coacere, porumbul a vegetat normal numai la plafonul minim de 2/3 din (*C*). Rezultatele din casa de vegetație concordă cu cele din cîmp. Textura solului condiționează plafonul minim cît și frecvența udărilor.

Solurile ușoare (nisipuri și nisipoase), avînd valori mici pentru principalii indici hidrici, pun la dispoziția plantelor apa mult mai ușor decît cele lutoase și argiloase (tabelul 13.3).

Datele scot în evidență că terenurile ușoare au posibilitatea să pună la dispoziția plantelor mai ușor apa sau viteza de transfer a apei este mai mare în aceste soluri.

Așa se explică de ce pe solurile ușoare la plafon mic de umiditate, 1/3 din intervalul umidității active, plantele dau producții mari și invers pe solurile grele, unde plafonul minin trebuie să ajungă pînă la 2/3 din I.U.A.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 13.3

Variația intervalului umidității active, coeficientului capacității active și a plafonului minim la cîteva soluri din R. S. România (M. Botzan)

Grupa și tipul de sol	C_0	C	$C-C_0$	$\frac{C-C_0}{100} \cdot 100$	Plafon minim	
					în funcție de I. U. A.	în procente din C
Sol ușor						
Cernoziom castaniu format pe nisip de dună	2,4	17,8	15,4	86,5	1/3= 7,53 1/2=10,10 2/3=12,66	42,0 56,0 71,0
Sol mijlociu						
Cernoziom format pe loes	10,9	25,1	14,2	56,5	1/3=15,63 1/2=18,00 2/3=20,36	62,0 72,0 81,3
Sol greu						
Brun roșcat de pădure format pe loes	13,6	24,4	10,8	44,5	1/3=17,20 1/2=19,00 2/3=20,80	70,0 78,0 85,0

Plafonul minim de umiditate al solului se poate exprima prin procente din capacitatea de cîmp (*C*) sau ca fracțiune din intervalul umidității active, unde obligatoriu trebuie să se cunoască limitele celor două trepte de umiditate (C_0) și (*C*) ale solului respectiv ;

— forța de sucție a solului, măsurată cu tensiometru ;

— procente din *ETM* (evaporație reală maximă).

I. C. Popescu (1971) cultivînd porumbul în lizimetru cu nivel freatic la 60 cm și forța de sucție în stratul de sol de 0—20 cm de 30—160 cm H_2O a obținut 15 810 kg/ha boabe. Desimea plantelor din experiența prezentată a fost 90 000/ha.

13.1.3. IRIGAREA PORUMBULUI ÎN FUNCȚIE DE CONCENTRAȚIA SUCULUI CELULAR

În ultimii ani, în mai multe țări, s-a încercat metoda de diagnosticare și stabilire a epocilor de udare după valoarea critică a concentrației sucului celular din frunze. Determinarea epocilor de udare după indicii fiziologici a arătat că la 70—75% din (*C*), sucul celular are o concentrație de 7—8% și la acest moment începe udarea.

Determinarea valorii concentrației sucului celular prin metoda refractometrică este accesibilă oricărui specialist în condiții de teren. Trebuie însă să se cunoască și cantitatea de apă ce trebuie să fie dată. De aci necesitatea cunoașterii însușirilor hidrofizice ale stratului de sol ocupat de rădăcini.

Metoda nu este generalizată deoarece concentrația sucului celular variază brusc și prezintă o „constantă" ce nu poate fi luată în calcul, ea depinzînd de o serie de factori ca : vîrsta și poziția frunzei pe plantă, temperatura aerului, insolația, umiditatea din sol ș.a.

Scanned with OKEN Scanner

13.1.4. APLICAREA UDĂRILOR

Plafonul minim odată stabilit printr-una din metodele prezentate mai sus, reprezintă parametrul esențial în desfășurarea lucrărilor de udare. Pentru o cît mai mare productivitate, aplicarea udărilor se practică în trei variante:

— udări în perioada de vegetație care au drept scop să readucă în stratul de sol luat în considerare apa pierdută prin evapotranspirație;

— udări de aprovizionare care au rolul să ridice umiditatea solului de la provizia momentană la (*C*), pe un strat de 1—2 m;

— udări de aprovizionare în asociație cu cele din perioada de vegetație.

În funcție de sol și climă, cele trei variante de aplicare a udărilor se practică diferit. Astfel, pe solurile ușoare (nisipuri și soluri nisipoase) udările din perioada de vegetație sînt absolut obligatorii. Numărul lor variază de la 3 la 6 udări.

Udarea de aprovizionare pe aceste terenuri nu se practică deoarece au capacitatea mică de reținere și spălarea este destul de energică.

Pe solurile mijlocii și grele situate în zona de stepă, udarea de aprovizionare în asociație cu udările din perioada de vegetație, reprezintă o condiție obligatorie pentru obținerea unor producții ieftine.

În regiunile sudice din stepa U.R.S.S. udarea de aprovizionare cu 900—1000 m³/ha, din toamnă, are efect pînă la jumătatea verii. Aplicarea a încă două udări în perioada de vegetație, a cîte 700 m³/ha fiecare, a realizat cele mai economice producții. Dacă nu se aplică norma de udare de aprovizionare, numărul udărilor din vară ajung la 4—5 (a cîte 700 m³/ha).

În zonele cu precipitații suficiente vara, irigarea de aprovizionare are rostul de a asigura condiții normale de umiditate în sol în intervalele cînd precipitațiile nu cad la timp.

Norma de udare de aprovizionare se poate aplica fie toamna fie primăvara. Cînd porumbul se cultivă în monocultură, în zona de stepă, irigarea de aprovizionare este indicat să se aplice după ce s-a făcut recoltarea. Aplicarea udării anterior recoltării poate provoca, mai ales în toamnele ploioase, greutăți majore în procesul recoltării mecanice.

Udările din perioada de vegetație au însă cea mai mare importanță în cultura porumbului. Momentul udării s-a precizat că este în funcție de însușirile hidrofizice ale solului și de faza de vegetație. Pe solurile ușoare și subțiri, udările se dau întotdeauna urmărind plafonul minim. Umiditatea corespunzătoare plafonului minim, stabilit experimental, se va urmări ca medie ponderată pe adîncimea de 50—60 cm și se va căuta ca în stratul de sol 0—30 cm umiditatea să nu fie niciodată sub plafonul minim stabilit.

I. Petrasovits (1964) precizează că în stratul de 10—15 cm umiditatea nu trebuie să fie niciodată sub 55% din (*C*) iar I. R. Desaunettes (1963) arată că pe majoritatea solurilor, cu precădere pe nisipuri, absorbția maximă a apei pentru culturile anuale se realizează de la adîncimea de 30 cm. Stratul de 50 cm este considerat stratul la care umiditatea nu trebuie să fie niciodată sub umiditatea plafonului minim.

Porumbul cultivat pe nisipurile din lunca Dunării — I. C. Popescu (1966) — irigat la plafonul minim de 80% din capacitatea de cîmp a dat producția cea mai mare, 8 882 kg/ha pe un agrofond de $N_{160}P_{48}$. În perioada de vegetație s-au aplicat cinci udări totalizînd 2 128 m³/ha.

Din rezultatele obținute se constată că porumbul dă producții mari cînd în sol umiditatea se menține la un plafon minim ridicat.

Scanned with OKEN Scanner

Experiențele făcute în țară cu regim de irigare pe diferite tipuri de sol dovedesc că pentru a se asigura o rezervă mare de apă la desprimăvărare, se recomandă irigarea de aprovizionare din toamnă cu umectarea solului pînă la 100 cm adîncime. În stepă, în anii cu ierni bogate în precipitații, umiditatea solului la (*C*) rar depășește stratul de 100 cm adîncime. În cei mai mulți ani solurile din aceste zone sînt umectate la desprimăvărare la nivelul (*C*) numai pînă la 50—70 cm. Împreună cu norma de aprovizionare solul ar fi umectat la desprimăvărare pe adîncimea de 150—200 cm. O asemenea provizie de apă pe soluri cu apa freatică sub 6 m este o garanție a recoltelor mari de porumb. Este bine ca udarea de aprovizionare să se execute toamna. Irigarea în timpul vegetației cînd plantele sînt mici nu este indicată. Asigurînd din toamnă rezerva de apă, udatul va începe la apariția spicului.

Pentru regiunile secetoase, A. Trumer (1952) recomandă 4 udări a cîte 800 m³/ha : una la formarea tulpinii și trei de la începutul înspicatului pînă la umplerea bobului.

Aplicarea udărilor după plafonul minim în relație cu factorul pedologic se practică pe scară largă și metoda se perfecționează continuu.

Distribuirea apei de care are nevoie cultura porumbului se face atît prin metoda scurgerii la suprafață, brazde și fîșii, cît și prin aspersiune.

Pe terenurile ușoare cu infiltrație mare, irigarea prin aspersiune realizează economie de apă. Dacă în zona de stepă vînturile dominante depășesc viteza de 3 m/s, nu se mai poate realiza o udare uniformă.

În statul Nebraska (S.U.A.), procentul solurilor nisipoase depășește 40%, totuși porumbul se irigă pe brazde. Irigarea prin brazde, după metoda sfertului, dă rezultate excelente.

I. Mihalyfalvy (1966) în cercetări de cîmp a dovedit că necesarul de apă este de 4 000—4 800 m³/ha. În medie pe 5 ani, prin transpirație s-au pierdut 348 litri apă pentru 1 kg substanță uscată la udarea prin brazde, 362 l apă la udarea prin aspersiune și 372 l la neirigat.

13.1.5. CULTURA SUCCESIVĂ A PORUMBULUI

Datorită valorii nutritive ridicate pe care o are porumbul recoltat în faza de lapte ceară, multe state îl cultivă numai pentru furaje, siloz. În țările cu regim termic favorabil, porumbul poate fi cultivat și în cultură succesivă, adică după o plantă care se recoltează devreme. Prin cultura succesivă se dă posibilitatea să se mărească substanțial producția pe unitatea de suprafață.

13.1.5.1. FERTILIZANȚI ȘI PLANTA PREMERGĂTOARE

Fertilizarea solului pentru cultura porumbului de siloz, după grîu, constituie o problemă care cere încă experiențe de cîmp pentru a fi rezolvată cu succes. Din cercetările efectuate în R. S. România se desprinde ideea că, pe lîngă agrofondul ce l-a primit cultura de bază este necesar să se administreze îngrășăminte și culturii de porumb (tabelul 13.4).

Planta premergătoare pentru experiențele prezentate a fost : grîul de toamnă pentru anul 1966, borceagul masă verde în 1967 și mazărea în 1968.

Fertilizarea s-a executat înainte de semănatul porumbului cu $N_{96}P_{48}$ kg/ha.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 13.4

Porumb în cultură succesivă după grîu, semănat la desimea de 100 000 plante/ha, Fundulea 1962

Tratamentul aplicat grîului + $N_{64}P_{64}$ dat uniform după seceratul grîului	2 udări = 1 200 m³/ha			4 udări = 2 800 m³/ha			5 udări = 3 300 m³/ha		
	t/ha	diferența		(t/ha)	diferența		(t/ha)	diferența	
		t/ha	%		(t/ha)	(%)		(t/ha)	(%)
N_{48}	5,1	martor	—	45,6	martor	—	55,7	martor	—
$N_{48}P_{24}K_{40}$	5,1	0	0	54,3	8,7	19	59,1	3,4	6
10 t/ha gunoi + N_{48}	9,2	4,1	80	50,2	4,6	10	58,5	2,8	5
5 t/ha paie + $N_{48}P_{64}K_{40}$	7,1	2,0	40	54,3	8,7	19	60,0	4,3	8

Din analiza acestor cifre se observă că în condițiile anului 1962, an foarte secetos, două udări au fost insuficiente pentru obținerea unei producții mari de porumb, în cultura succesivă, deși porumbul a fost recoltat în jurul datei de 12.X. în faza de lapte, fără ca brumele timpurii să deterioreze calitatea culturii.

Hibrizii precoci și foarte precoci sînt recomandați să fie cultivați în cultură succesivă (tabelul 13.5).

TABELUL 13.5

Producția obținută cu hibrizii precoci în cultura succesivă, Fundulea 1966—1968

Hibridul	Producția de boabe		Producția totală de substanță uscată	
	(kg/ha)	(%)	(kg/ha)	(%)
HD-99	4 010	100,0	9 440	100,0
HD-114	4 440	110,7	12 120	128,4
HD-115	4 490	112,0	11 960	126,7

13.1.5.2. PREGĂTIREA TERENULUI

Porumbul poate fi cultivat în cultură succesivă după grîu, orz, secară masă verde, borceag de toamnă ș.a. Reușita culturii succesive depinde de promptitudinea și rigurozitatea respectării principalelor măsuri agrotehnice și organizatorice.

În cazul că, porumbul se cultivă pe un teren amenajat pentru a fi irigat prin aspersiune, se cere:

— recoltarea plantei premergătoare să se facă cît mai repede. Cînd se semănă după grîu, baloții de paie trebuie ridicați imediat și în aceeași zi să se împrăștie fertilizanți chimici, după care urmează grapa cu discuri în cuplu cu grapa cu colți reglabili. Imediat după grapa cu discuri se ară la adîncimea de 15—18 cm și se grăpează cu grapa stelată; — să se semene hibridul dublu corespunzător zonei; — după semănat să se irige cu o normă de udare de 500—600 m³/ha.

Scanned with OKEN Scanner

Operațiunile indicate se cer executate în maximum 8 zile de la recoltarea culturii de bază.

Prin întîrzierea semănatului cu 10 zile (tabelul 13.6) s-a realizat un minus de producție de 19,7 t/ha masă verde, calitatea recoltei fiind mult inferioară însămînțării din 5—10 iulie.

TABELUL 13.6

Rezultatele experimentale de la Fundulea cu privire la epoca de semănat și hibrizii încercați cultivați după grîu (masă verde t/ha)

Epoca de semănat	Știuleți (%)	HD—208			Știuleți (%)	HTF—411		
		producția (t/ha)	diferența (t/ha)	diferența (%)		producția (t/ha)	diferența (t/ha)	diferența (%)
5—10.VII	25	47,6	Martor	—	24	51,2	Martor	—
15—20.VII	—	27,9	19,7	41	—	31,2	20,2	39

În cazul că terenul de cultură este amenajat pentru a fi irigat prin scurgere la suprafață, ordinea efectuării lucrărilor este puțin diferită de cea prezentată la irigarea prin aspersiune, în sensul că după arătura de 15—18 cm se deschid brazdele, se irigă cu o normă de udare de 700 m³/ha, iar după zvîntare se grăpează cu grapa cu discuri și se seamănă.

Redeschiderea brazdelor se face treptat prin lucrările de întreținere, încît la faza de 6—8 frunze să se poată iriga.

13.1.5.3. DESIMEA ȘI DISTANȚA DE SEMĂNAT

Pentru porumbul de siloz sau pentru masă verde, forma spațiului de nutriție dreptunghi alungit cu 100 000 plante/ha pentru hibrizii dubli tardivi, se consideră bună. Distanța de semănat 100/10, 85/10 asigură desimea indicată. Porumbul pentru masă verde, în cultura succesivă, se cere să se umbrească cît mai repede pentru a se înlătura evaporația. În acest scop se seamănă la 80/10 cm sau la 60/14 cm. Pentru producția de boabe, desimea de 60 000—65 500 plante/ha asigură producții ridicate.

13.1.5.4. REGIMUL DE IRIGARE

Realizarea de producții mari de porumb siloz sau masă verde în cultura succesivă se obține numai dacă se aplică un regim de irigare rațional.

La Stațiunea experimentală Brăila, porumbul siloz în cultură succesivă după orz de toamnă, irigat la 80% din (*C*) în funcție de desime dă producții de 35,5 t/ha pînă la 49,7 t/ha.

Datele arată că la desime sporită și plafon minim de umiditate ridicat, 80% din (*C*), producția este mare. Datele experimentale confirmă acest rezultat atît în stepă cît și în silvostepă.

Scanned with OKEN Scanner

Numărul de udări necesare pentru a realiza plafonul minim de 80% din (C), este variabil în funcție de condițiile climatice.

În anul 1962, la I.C.C.P.T. Fundulea și Stațiunea experimentală Brăila pentru a se realiza 80% din (C) a fost nevoie de 5 udări (tabelul 13.7 și 13.8).

TABELUL 13.7

Producția de porumb siloz după orz, în funcție de regimul de irigare, în t/ha

Număr de plante pe ha	Agrofond	Irigat la semănat	Irigat la 66 % din (C)	Irigat la 80 % din (C)
50 000	nefertilizat	compromis	33	35
65 000	nefertilizat	compromis	48,8	40,2
80 000	nefertilizat	compromis	47,2	49,7

TABELUL 13.8

Producția de porumb siloz, după boreeag de toamnă, în funcție de regimul de irigare, Fundulea (t/ha)

Număr de plante pe ha	Agrofond	Irigat la răsărire 300 m³/ha	Irigat la 65 % din (C)	Irigat la 80 % din (C)
50 000	nefertilizat	8,7	31,0	31,8
65 000	nefertilizat	9,3	37,8	32,1
80 000	nefertilizat	10,6	33,4	42,9
100 000	nefertilizat	5,7	45,0	40,9

13.2. GRÎUL DE TOAMNĂ

13.2.1. NECESITATEA PENTRU APĂ

Grîul, plantă de mare importanță economică, necesită condiții de vegetație cît mai echilibrate pentru a realiza producții mari.

Perioada de vegetație a grîului de toamnă se împarte, după ecologul G. Azzi, în patru faze: de la semănat la începutul repausului de iarnă; de la începutul repausului de iarnă pînă la împăiere; de la împăiere la înspicare; de la înspicat la coacerea completă.

În funcție de aceste faze, cerințele grîului de toamnă față de umiditatea aerului și a solului sînt diferite.

G. Azzi consideră înspicatul ca o fază foarte importantă, pentru că separă o subperioadă de dezvoltare rapidă cu necesități pentru apă ridicate, de subperioada de coacere în care plantele după ce ating masa maximă încep a se usca, iar nevoia de apă scade.

W. Donald (1962) pe bază de experiență găsește că grîul de toamnă, în condițiile climatice ale statului Kansas (S.U.A.), consumă apă diferențiat pe fazele de vegetație și că cel mai intens consum de apă se produce în faza de împăiere, 126,5 mm, urmat de faza de înflorire, 88 mm (tabelul 13.9).

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 13.9

Consumul de apă al grîului în condiţiile de irigare, de la răsărire pînă la maturitatea completă, după W. Donald, 1962

Perioada	Consumul total de apă (mm)	
	cumulat	pe fază
De la răsărire 5–10 oct. pînă la începutul creşterii de primăvară 1–15 martie	126,5	126,5
Faza de împăiere 2.IV–3.V.	253,0	126,5
Faza de înspicare 13–18.V.	316,0	63,0
Faza de înflorire 27–30.V.	392,0	76,0
Faza de lapte 5–8.VI.	480,0	88,0
Coacerea în pîrgă 12–15.VI.	531,0	51,0
Coacerea completă 25–30.VI.	607,0	76,00
Total	–	607,00

W. Donald (1959), cercetînd consumul total de apă în funcţie de lunile de vegetaţie ale grîului, ajunge la concluzia că cel mai mare consum mediu zilnic se produce în faza de înflorire pînă la coacerea în pîrgă (7,8–8,8 mm/zi); în restul fazelor de vegetaţie consumul zilnic este mult redus: 4,0 mm/zi la împăiere şi 2,2 mm/zi la începutul creşterii (fig. 13.4).

Studiile făcute dovedesc că grîul este sensibil la secetă în fazele de înflorire, lapte, coacere în pîrgă.

Lipsa de apă în faza de coacere produce un dezechilibru fiziologic brusc, care în final duce la pălirea grîului, deci la reducerea depunerilor substanţelor plastice în bob; ca urmare acesta se sbîrceşte (fenomenul de şiştăvire).

Fotosinteza la grîu are loc şi la umbră chiar numai pe seama tulpinii şi spicului. Producţia de boabe obţinută de la plantele defoliate a fost numai de 75% din producţia martorului (plante cu frunze). Spicele umbrite au avut un conţinut în azot de 2,26% faţă de 1,96% la cele neumbrite (D. W. Puckridge, 1968).

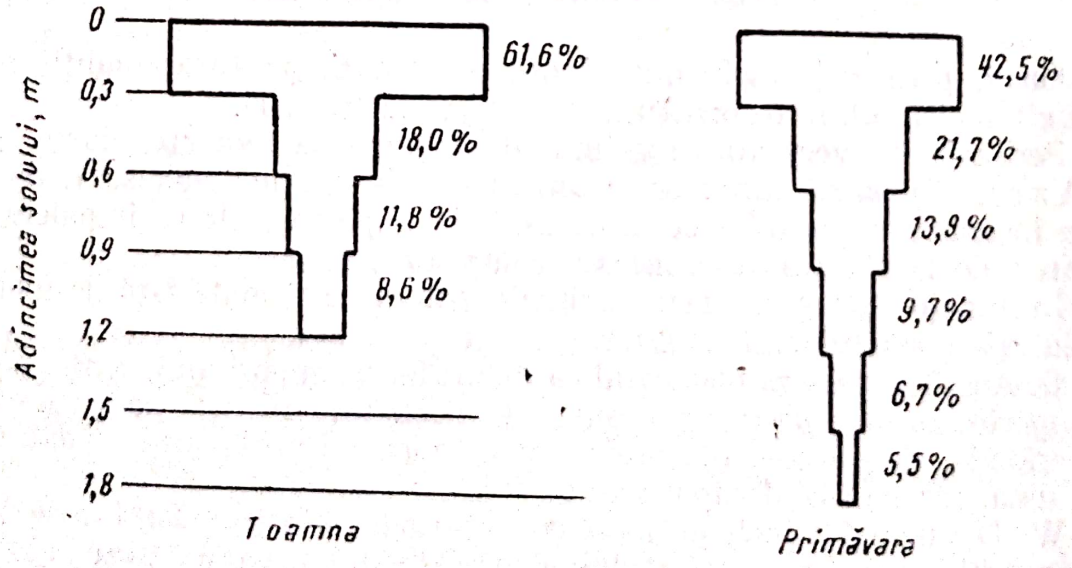


Fig. 13.4. Absorbţia apei de către grîu în funcţie de adîncimea stratului de sol şi anotimp (după H. Claude).

Scanned with OKEN Scanner

Fotosinteza este un proces chimic și poate fi determinat prin energia liberă a moleculelor de apă din vecinătatea cloroplastelor. Energia liberă a apei în vecinătatea cloroplastelor este controlată în primul rînd de umiditatea solului și de umezeala atmosferică. Din analiza profilelor energetice la transpirația normală, la ofilire temporară și permanentă, se ajunge la concluzia că procesele de fotosinteză și transpirație pînă la 10% din intensitatea totală, pot fi independente de efectele directe ale umezelii atmosferice și umidității solului.

Procesul de fotosinteză și creștere vegetativă poate fi intensificat, menținînd nivelul umidității la un plafon care nu afectează potențialul maxim al transpirației.

După secete temporare la înfrățit sau împăiere, grîul se redresează repede. Seceta la înspicat tulbură asimilația pentru multă vreme. De aici reiese necesitatea aprovizionării neîntrerupte cu apă, de la înflorit pînă la finele coacerii depline.

Pălirea și șiștăvirea grîului, după G. Azzi, se produce la temperatura aerului de 28°C cu vînt puternic și secetă atmosferică accentuată.

Căderea anumitor soiuri de grîu este favorizată de irigare, de fertilitatea solului și de desimea culturii. Grîul cade datorită fie înrădăcinării slabe, fie datorită ploilor cu vînt, care după înspicare, îl îndoaie de la internodurile inferioare încît revenirea în poziție erectă nu mai are loc. Din această cauză se ivesc o serie de neajunsuri la recoltare și, în mod vădit, producția scade. Soiurile pitice mexicane care nu cad se cer extinse în cultură.

13.2.2. PLAFONUL MINIM DE UMIDITATE AL SOLULUI

Umiditatea la care trebuie menținut solul cultivat cu grîu constituie o problemă majoră în obținerea de producții ieftine. Studiile de pînă în prezent scot în evidență prezența mai multor factori cu influențe directe sau indirecte asupra conținutului de umiditate. Dintre cei mai importanți sînt: textura, nivelul freatic și procentul de substanță organică.

Pe solurile ușoare coeficientul capacității active este mult mai mare decît pe cele grele. Ca urmare, dacă pe solurile nisipoase plafonul minim de 1/3 din IUA asigură posibilitatea de creștere normală, pe solurile grele numai 2/3 din IUA satisface consumul de apă al plantelor.

Din cercetările făcute în Cîmpia Dunării asupra regimului de irigație la grîul de toamnă, a rezultat că plafonul minim al umidității solului pînă la finele coacerii în lapte este de 55—65% din (*C*) pentru stepă și 65—70% în zona de trecere de la silvostepă la zona fostelor păduri de stejar.

Cînd plafonul minim a fost de 80% din (C), în anul 1962, pe cernoziomul de la Fundulea s-a obținut producția de 6 842 kg/ha, cu 14% mai mult decît producția obținută la plafonul minim de 65% din (*C*).

W. Donald (1962) arată că pentru condițiile climatice din statul Kansas, S.U.A.*, producția de grîu kg/ha și m^3 apă/kg de grîu variază în funcție de consumul total de apă (tabelul 13.10).

Pe solurile uşoare (nisipuri și nisipoase) grîul reușește foarte bine dacă se irigă la plafon minim de 1/3 din I.U.A. și dacă în stratul de 0—15 cm umiditatea este permanent peste 40—45% din (*C*).

---

* Precipitațiile anuale 576 mm, iar media temperaturii anuale 11°C.

TABELUL 13.10

Variația producției de grîu în funcție de (ET)

Consum total de apă în perioada de vegetație (mm)	Producția (kg/ha)	Consum de apă (m^3/kg)
455	2 725	1,67
506	3 038	1,66
556	3 222	1,72
607	3 335	1,82
657	3 410	1,92

13.2.3. APLICAREA UDĂRILOR

Între condițiile pedoclimatice pe de o parte și frecvența distribuirii apei de irigație pe de altă parte, există o strînsă legătură. Abundența ploilor în perioada 10 octombrie și 10 mai, în Bărăganul sudic, determină cele mai bune producții de grîu. Căderea neuniformă a precipitațiilor de primăvară determină diferențiat, pe zone, atît udări de vegetație, cît și udări de răsărire, în toamnele secetoase.

Plafonul minim ridicat pe care îl reclamă cultura grîului se poate realiza, după cercetătorii bulgari (pentru terasele înalte ale Dunării din nordul R.P. Bulgaria), în anii secetoși și mijlocii, prin aplicarea normei de aprovizionare (tabelul 13.11.).

TABELUL 13.11

Efectul normei de aprovizionare în cazul solului Bezostaia 1

Specificare	Neirigat	Irigarea de aprovizionare, m^3/ha		
		600	800	1 200
Consum de apă, m^3/ha	3 440	4 037	4 249	4 336
Producția, kg/ha	2 340	3 820	4 030	4 270

În anii ploioși se recomandă numai o udare de vegetație de 800 m^3/ha. În statul Kansas (S.U.A.), W. D o n a l d (1962) aplică udările la grîu în felul următor:

— în cultură „uscată" o irigare de aprovizionare ce umezește solul la (*C*) pe adîncimea de 1,80 m;

— în cultură „semiumedă" pe lîngă irigarea de aprovizionare prevăzută la cultura uscată se mai irigă o dată în timpul vegetației, la faza de înspicare, ca să se umezească solul pe adîncimea de 1,20 m;

— în cultură „umedă", la fel ca la cultura uscată, plus 3—4 udări în perioada de vegetație care să umezească solul pînă la 1,20 m la fiecare udare.

În țara noastră irigarea grîului în funcție de zona climatică și pe baza experiențelor recente poate să se execute în felul următor:

— în zona de stepă o udare de aprovizionare cu 700—800 m^3/ha și 1—3 udări în perioada de vegetație, de 400—500 m^3/ha date între împăiere și formarea bobului;

Scanned with OKEN Scanner

— în zona de stepă moderată, o udare de aprovizionare de 700—900 m³/ha. În caz de secetă excesivă se mai poate aplica o normă de udare în pericada vegetației de 500 m³/ha ;

— în zona de silvostepă, necesitatea udării de aprovizionare este condiționată de caracterul anului respectiv, secetos sau ploios. În anii secetoși o udare la răsărit de 400—500 m³/ha este absolut necesară.

Udările la grîu se pot aplica fie prin scurgere la suprafață (brazde mici și fîșii) cînd terenul a fost corespunzător amenajat, fie prin aspersiune.

13.3. FLOAREA-SOARELUI

13.3.1. NECESITATEA PENTRU APĂ

Pentru satisfacerea consumului de ulei din ce în ce mai mare este necesar ca suprafața cultivată cu floarea-soarelui și producția acestei culturi să crească.

Avînd în vedere însă că extinderea suprafețelor rezolvă problema satisfacerii consumului de ulei numai parțial, irigarea permite sporirea însemnată a producției acestei culturi.

Problema irigării florii-soarelui a fost luată în studiu pentru prima dată în țara noastră în anul 1956. Experiențele încheiate și cele care se execută demonstrează eficacitatea irigării acestei culturi.

Floarea-soarelui, deși considerată ca o plantă rezistentă la secetă, vegetînd la temperaturi destul de ridicate, s-a observat că manifestă totuși o cerință deosebită pentru apă în timpul creșterii maxime a masei vegetative, fază ce corespunde cu formarea calatidiului și înfloritului. Din numeroase determinări s-a constatat că fiecare plantă de floarea-soarelui consumă 70—80 l apă pe întreaga pericadă de vegetație într-un an mijlociu de umed și într-o cultură cu o desime de 40 000 plante/ha, ceea ce echivalează cu 2 800—3 000 m³ apă/ha. În condiții de umiditate suficientă consumul de apă crește pînă la 100—130 la plantă (circa 4 800 m³ apă/ha), consum de apă ce include și apa evaporată la suprafața solului (consumul neproductiv).

După K. V. Morozov reiese că pentru o producție de 1 300—1 500 kg/ha este nevoie de circa 3 000 m³/ha apă. Din întreaga cantitate de apă consumată în pericada de vegetație, mai mult de 70% se consumă în timpul formării calatidiului, la înflorit și la formarea semințelor, adică în fazele critice pentru umiditate.

Floarea-soarelui se cultivă mult mai mult în sudul țării, pentru că aici se găsesc condiții de lumină și temperatură, factori necesari acumulării de hidrați de carbon și acizi grași. În funcție de luminozitate și temperatură, procentul de ulei variază mult.

13.3.2. PLAFONUL MINIM DE UMIDITATE AL SOLULUI

Studiile executate în principalele țări cultivatoare de floarea-soarelui asupra consumului de apă cît și a fazelor critice dovedesc că floarea-soarelui are un consum mare de apă în faza formării calatidiului, înfloritului și umplerii bobului. În aceste faze de vegetație, plafonul minim nu trebuie să fie mai mic de 65—75% din (*C*).

D. Săndoiu (1961) a studiat această problemă în vase de vegetație și a observat că cea mai mică producție de ulei, 27,2% din producția martorului s-a obținut, cînd seceta s-a manifestat în faza de trei perechi de frunze,

Scanned with OKEN Scanner

adică în momentul formării primordiilor florale. Efecte mai slabe s-au înregistrat cînd seceta a acționat în faza înfloritului (40,8% din producția martorului). Calitatea semințelor a fost afectată în mare măsură, cînd seceta s-a produs în faza de formare a fructelor.

13.3.3. APLICAREA UDĂRILOR

Floarea-soarelui poate fi irigată în mod curent fie prin aspersiune, fie pe brazde. La irigarea pe brazde se recomandă ca deschiderea brazdelor să se facă înainte ca înălțimea plantelor să atingă 40—50 cm. Cu cît se întîrzie deschiderea lor cu atît pierderile (plante rupte) sînt mai mari. Alegerea și aplicarea uneia sau alteia din metodele de irigare este condiționată de configurația terenului și în ultimă instanță de eficacitatea economică.

I. N. Dvoreankin și A. V. Pavlenco, în U.R.S.S., au analizat prin rublă eficacitatea fiecărei metode de irigare și au găsit că venitul net cel mai mare s-a realizat în asolamentul irigat cînd s-au aplicat atît udări de aprovizionare cît și udări de vegetație.

Irigația prin aspersiune este mai costisitoare decît cea pe brazde. Analizată prin venitul net, se constată că udarea pe brazde este mai economică. Udarea de aprovizionare are un rol deosebit în realizarea producției mari de floarea-soarelui.

Cercetările din țara noastră asupra regimului de irigare sînt destul de recente. Totuși în scurtă vreme s-au obținut rezultate care sînt în corelație directă cu rezultatele obținute într-o serie de state ce au condiții asemănătoare celor din țara noastră (tabelul 13.12 și 13.13).

TABELUL 13.12

Regimul de irigație la floarea-soarelui udată pe brazde, la I.A.S. Iași, 1961

Varianta	Regim de irigare		Producția de boabe	
	Numărul udărilor	m³ apă la ha	(kg/ha)	(%)
Neirigat	—	—	2 368	100
Irigat la înflorire	1	650	3 008	127
Irigat la apariția calatidiului și la înflorire	2	1 400	3 760	159
Irigat la formarea bobului	1	720	2 861	121

TABELUL 13.13

Regimul de irigație la floarea-soarelui udată prin aspersiune
după I. N. Dvoreankin și A. V. Pavlenco (1959)

Varianta	m³/ha	Producția medie pe 3 ani (1956-1958) (kg/ha)	Producția de ulei în medie pe 3 ani (kg/ha)
Udare de aprovizionare	800	1940	730
Udare de aprovizionare + udare la formarea calatidiului	1300	2350	860
Udare de aprovizionare + udare la înflorire	1300	2650	1 030

Scanned with OKEN Scanner

Comparînd cu udarea pe brazde, se observă că o udare de aprovizionare și o udare la înflorit sau la formarea calatidiilor nu satisfac consumul de apă. În S.U.A., irigarea de aprovizionare cu cîte 1 000—1 200 m³/ha+cel puțin 1 400—2 000 m³/ha în vegetație, a realizat producții economice.

Pe baza cercetărilor cît și a rezultatelor de producție obținute, se recomandă pentru zona solurilor brun-roșcate, o normă de irigație de 700—1 400 m³/ha, iar pentru stepă uscată 2 800—3 000 m³/ha.

13.4. SFECLA DE ZAHĂR

13.4.1. NECESITATEA PENTRU APĂ

Irigarea sfeclei de zahăr reprezintă o măsură radicală de sporire a producției de rădăcini, cît și de zahăr la hectar.

Pentru obținerea de producții mari este necesar ca sfecla de zahăr să aibă o suficientă umiditate în sol și în atmosferă (fig. 13.5). Umezeala relativă a aerului, pentru lunile de vegetație este de dorit să varieze astfel: aprilie 60%, mai 67%, iunie 70%, august 66%, septembrie 75%. La o umezeală relativă mai ridicată se stînjenește evapotranspirația și ca urmare sintetizarea substanței uscate. La valori mai mici ale umezelii relative decît cele arătate, crește consumul de apă.

Pentru reducerea consumului „neproductiv", se cere ca sfecla de zahăr să realizeze maximul de suprafață foliar într-un timp foarte scurt. Asigurarea suprafeței foliare maxime, în timp și spațiu, reclamă condiții optime pentru o creștere viguroasă și rapidă încă de la răsărire. Indexul foliar (i_f) de valoare 3 trebuie realizat în circa 60 de zile de la semănat.

Dacă (i_f) se realizează mai tîrziu de 60 de zile, consumul „neproductiv" crește în defavoarea celui „productiv".

În perioada de vegetație a sfeclei de zahăr se disting 3 faze critice pentru apă: faza I, formarea aparatului foliar; faza a II-a, continuarea creșterii frunzelor și îngroșarea rădăcinilor, caracterizată prin consum maxim de apă; faza a III-a, continua creștere a rădăcinilor și acumularea intensă a zahărului.

Cel mai mare consum de apă se realizează în faza a II-a (60% din apa necesară întregii perioade de vegetație.) În condițiile din R. S. România, în faza a II-a (de la mijlocul lunii iunie pînă în iulie) are loc cel mai mare consum de apă. Din luna august, odată cu acumularea intensă a zahărului, umiditatea solului poate fi menținută la un plafon mai scăzut. Cum însă în luna august, în zona de cîmpie se manifestă secetă, se cere ca umiditatea în sol să nu scadă sub 50% din (C). Prin irigarea sfeclei în această perioadă, nu numai în zona de stepă dar și în silvostepă, se înlătură în mare măsură îmbolnăvirea de gomoză.

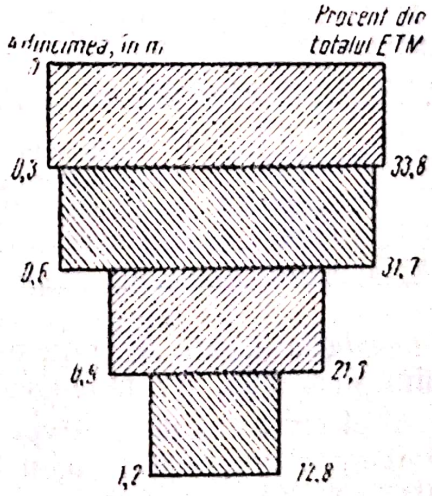


Fig. 13.5. Consumul de apă zilnic la sfecla de zahăr în funcție de grosimea stratului de sol (după H. Claude).

Cantitativ, transpirația la sfeclă este de 1/2 din cea a lucernei și 2/3 din cea a cartofului; prin urmare, sfecla este un beneficiar foarte eficient al irigației.

Din numeroasele rezultate obținute atît în cultura mare cît și experimental, s-a observat — în condiții de irigare — o ușoară scădere a procentului de zahăr cu 1-2%. Cauza scăderii procentului de zahăr nu se datorează influenței devaforabile a apei de irigație asupra procesului de sinteză a zahărului, ci unui lanț de procese ipotetice:

— acumularea zahărului nu ține pas cu formarea masei de rădăcini;

— dereglaj în aerisirea solurilor grele; pe solurile greu permeabile irigate se înhibă acumularea zahărului;

— fertilizarea cu *N* pe solurile grele reduce conținutul de zahăr mai mult decît pe solurile ușoare;

— udările și precipitațiile din septembrie reduc simțitor procentul de zahăr deoarece stimulează creșterea frunzelor;

— ultima udare trebuie efectuată cu 4 săptămîni înainte de recoltare;

— udarea prin aspersiune reduce, mai mult decît cea prin scurgere, procentul de zahăr.

Cert este că în condiții de irigare cu norme excesive de udare, procesul de sinteză a zahărului în rădăcini este stînjenit; în consecință procentul de zahăr scade foarte mult (cu 4—5%).

Cantitatea de zahăr din rădăcina sfeclei nu constituie o însușire calitativă.

După N. Zamfirescu, calitatea sfeclei de zahăr se definește prin ușurința cu care se separă zahărul și randamentul pe care îl dă sfecla de zahăr la prelucrare. Analizele fabricii de zahăr Chitila din 17 noiembrie 1958 asupra calității sfeclei de zahăr, irigată și neirigată, sînt concludente (tabelul 13.14).

TABELUL 13.14

Indicii calitativi la prelucrarea sfeclei de zahăr (N. Zamfirescu)

Ora determinării	Felul sfeclei	Lungimea tăieteilor (m/100 g)	Zahăr %	Puritatea zemei (%)	Pierderi în borhot (%)
13	neirigată	17,0	16,3	85,2	0,40
14	neirigată	17,0	16,7	85,2	0,40
15	irigată	18,0	14,9	85,0	0,40
16	irigată	18,0	14,8	85,2	0,37

Sfecla irigată se prelucrează mai ușor, adică pierderile de zahăr în borhot sînt mai mici, iar lungimea tăieteilor mai mare.

Sfecla de zahăr cultivată în condiții de irigare își îmbunătățește aproape toți indicii de calitate tehnologică în comparație cu sfecla de zahăr neirigată (tabelul 13.15). Este de la sine înțeles că însușirile tehnologice depind nu numai de condițiile de umiditate îmbunătățite prin irigare, cît și de factorii agrotehnici, de natura fertilizanților, spațiul de nutriție, solul, precum și de factorii naturali ca: lumina, căldura etc.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 13.15

Influența regimului de irigare asupra producției de zahăr

Varianta	Zahăr %	Producția de zahăr la ha %	Nezahăr %	Azot vătămător
Neirigat	18,4	100	2,3	0,077
Irigat cu 2 500 m³/ha	17,4	122,2	1,8	0,065
Irigat cu 3 450 m³/ha	17,5	128,2	1,7	0,059

13.4.2. PLAFONUL MINIM DE UMIDITATE A SOLULUI

Sfecla de zahăr, pentru a realiza producții mari de rădăcini, cere în faza creșterii acestora umiditate ridicată în stratul activ de sol. J. L. Haddock, pentru condițiile din vestul Americii de Nord, arată că programul irigației începe înainte de semănat dar mai frecvent după răsărit. Plafonul minim pe perioada de vegetație variază între 40—80% din intervalul umidității active (*I.U.A.*).

S. K. Kondrașev, pe baza experiențelor făcute la stațiunea experimentală Chirchiză (U.R.S.S.), ajunge la concluzia că masa cea mai mare de rădăcini precum și de zahăr se obține cînd solul are umiditatea de 60% din (*C*) în perioada dezvoltării frunzelor și 80% din (*C*) în perioada dezvoltării rădăcinilor. În regim de secetă artificială s-a observat că cea mai mare pierdere de producție se întîmplă cînd seceta are loc în iulie, august și septembrie și cea mai mică cînd seceta are loc în iunie.

În Franța, cele mai bune rezultate de producție s-au obținut cînd udările s-au efectuat în funcție de (*ETM*) la 80% din evapotranspirația reală maximă.

În R. S. România, în zona de stepă, la plafonul minim al umidității solului de 60—77% din (*C*), s-au obținut producții ce oscilează între 30 783 și 60 000 kg rădăcini/ha cu 5 972—11 200 kg zahăr/ha.

Necesitatea irigării în zona de stepă se manifestă, în special, de la începutul îngroșării rădăcinii (iunie) și pînă la începutul lunii septembrie. În această perioadă, în funcție de condițiile anului, sînt necesare 5—7 udări de 700—800 m³/ha.

În zona de silvostepă, la plafonul minim al umidității solului de 63—86% din (*C*), s-au obținut producții de 42 000—71 000 kg/ha. La trecerea de la zona de silvostepă la zona fostelor păduri de stejar, la plafonul minim al umidității solului de 70—82% din (*C*), s-au obținut producții între 55 000—69 000 kg rădăcini la ha cu 9 900—12 900 kg zahăr.

Irigarea sfeclei de zahăr este avantajoasă în Cîmpia Dunării. În anii ploioși, udarea se execută în perioadele cu precipitații mai reduse, în vederea menținerii culturii într-un ritm uniform de creștere. Din aceste cîteva cifre se vede importanța irigării sfeclei în stepă, la plafonul minim de 60—70% din (*C*), 65—80% din (*C*) în silvostepă și 70—80% în zona de trecere spre pădure. În stepă, necesarul maxim de apă corespunde perioadei iunie-septembrie, iar în zona fostelor păduri, iulie-august.

Scanned with OKEN Scanner

13.4.3. APLICAREA UDĂRILOR

Momentul aplicării udărilor este condiționat de sol, climă și faza de vegetație a culturii. Cercetările ce se fac în principalele țări producătoare de sfeclă de zahăr scot la iveală noi date cu privire la faza, momentul și numărul udărilor. Astfel, V. K o n e v — pentru condițiile din U.R.S.S., zona de stepă — recomandă 5—6 udări cu cîte 600—700 m³/ha fiecare, în următoarele faze: prima udare, după rărit; a doua, după controlul răritului; a treia, după încheierea plantelor pe rînd; a patra, după încheierea intervalului dintre rînduri; a cincea și a șasea, în luna august cu aproximativ o lună înainte de recoltare.

În țara noastră numărul de udări variază cu natura anului, secetos sau ploios, cu textura solului și metoda de udare. Udări mai timpurii sau mai tîrzii sînt necesare numai în anii secetoși. Numărul udărilor variază la irigarea pe brazde între 5—7 în stepă, pînă la 3—4 în silvostepă. La irigarea prin aspersiune, cu cîte 350—500 m³/ha, se dau în plus 1—2 udări. Pe terenurile grele, de luncă, cu apa freatică aproape de suprafață, irigarea sfeclei de zahăr este necesară numai în anii secetoși și cu norme de udare reduse.

13.5. CARTOFUL

13.5.1. NECESITATEA PENTRU APĂ

Datorită multiplelor întrebuințări în hrana omului, în furajarea animalelor și în industria alimentară, cartoful s-a extins și în țări care nu-i oferă condiții climatice propice pentru cultură. În țările cu veri călduroase, peste 20°C, cartoful suferă atît din cauza secetei pedologice cît și a celei atmosferice. Acumularea amidonului în tuberculi se produce la temperatura medie zilnică a solului de cel mult 26°C. Cînd s-a depășit această limită, tuberculii nu mai cresc. Cea mai potrivită este temperatura medie de circa 17°C.

E. C o n s t a n t i n e s c u (1969) ajunge la concluzia că, pentru a exprima dependența producției de cartofi de cele două elemente climatice: temperatură și umiditate, trebuie utilizat coeficientul hidrotermic*. Cînd valoarea acestui coeficient este 1,5—2 cartoful are condiții bune de vegetație și producția este mare; cînd însă valoarea coeficientului hidrotermic este mai mică de 1, producția scade brusc.

Cartoful este pretențios nu numai față de temperatură dar și față de umiditate. Deși are un coeficient de transpirație mic (242—265), cartoful vegetează bine, cînd în sol se află peste 70% din (*C*) și umiditatea aerului este în jur de 80%.

În timpul perioadei de vegetație se disting 4 faze:

— de la plantare pînă la ridicarea plantei cu 3—4 cm deasupra solului, cînd nu sînt necesare udări;

— înfrunzirea — creșterea tufei, în care (*ETM*) ajunge la 60% din (*ETP*) (după B o u c h e t);

---

* Coeficientul hidrotermic $= \frac{\Sigma P \text{ (suma precipitațiilor)}}{\Sigma t \text{ (suma temperaturilor)}}$

— formarea tuberculilor, cînd (*ETM*) este foarte mare ajungînd la 150% din (*ETP*) la începutul perioadei iar la sfîrşit scade la 110% din (*ETP*);
— prematurizare în timpul căreia udările nu sînt necesare.

13.5.2. NECESITATEA IRIGĂRII CARTOFULUI ÎN CONDIŢIILE DE CLIMĂ DIN ŢARA NOASTRĂ

Ţinînd seama de importanţa alimentară pe care o prezintă cartoful, cultura lui se face nu numai în zonele favorabile unde ocupă suprafeţe mari, dar şi în regiunile mai puţin favorabile, unde dacă se respectă anumite măsuri agrotehnice, se pot obţine producţii cel puţin egale cu cele din zonele favorabile.

Umiditatea excesivă pe solurile favorabile culturii cartofului reduce conţinutul de amidon şi acid ascorbic; pe solurile luto-argiloase şi argiloase provoacă putrezirea parţială sau totală a tuberculilor. În general, toate solurile cu umiditate în exces imprimă tuberculilor aspect necomercial. De aceea recoltarea nu se face imediat după udare întrucît şi rezistenţa la păstrare scade mult. Pe solurile uşoare se obţin, sub aspect calitativ, cei mai buni cartofi. Alternanţa între secetă şi ploi provoacă puierea şi încolţirea falsă a tuberculilor care depreciază aspectul şi calităţile culinare ale cartofilor.

Calitatea cartofilor (fie că sînt pentru consum, industrie, furaj sau sămînţă) este puternic influenţată de temperatura aerului şi a solului, de procentul de umiditate din sol, de lungimea zilei, de intensitatea luminii şi temperaturii, de tipul de sol, de soiul cultivat, de zona geografică, de fertilizanţii şi erbicidele folosite.

Experienţa din ţara noastră arată că, atunci cînd s-au executat lucrări raţionale şi s-au respectat dozele de fertilizanţi, epoca de plantare, soiurile corespunzătoare, regimul de irigare, recoltele obţinute au fost de peste 40 t/ha.

Perioada critică pentru apă a cartofului este în faza de formare a tuberculilor care coincide, la soiurile ce înfloresc, cu faza de înflorire. Scăderea umidităţii în sol, la această fază, opreşte creşterea tuberculilor, iar ridicarea ulterioară a umidităţii solului duce la înmugurire şi la deformarea tuberculilor. Seceta, în fazele timpurii de dezvoltare ale cartofului, întîrzie creşterea plantelor şi împiedică obţinerea de recolte mari şi timpurii.

Din analiza fenomenelor prezentate se desprinde următoarea concluzie: pentru obţinerea de producţii mari, în stepă, cartoful are nevoie de apă pe toată perioada de vegetaţie. Consumul de apă al cartofului în condiţii de irigare în Cîmpia Dunării de la începutul lunii iunie şi pînă la finele lui august este aproximativ 40 m³/ha/zi. În stepă, în luna iunie, consumul de apă ajunge la 70 m³/ha/zi. Acest consum mare de apă dacă nu este acoperit prin irigare cultura se compromite.

13.5.3. PLAFONUL MINIM DE UMIDITATE A SOLULUI

Lucrările lui K r u j i l i n, B i t i u k o v, D o r o j k o ş.a. arată că, în condiţiile stepei din U.R.S.S. menţinînd umiditatea la un plafon de 70—80% din (*C*), producţia de tuberculi a fost economică. Consumul cel mai mare de apă s-a înregistrat în faza formării tuberculilor.

Scanned with OKEN Scanner

În experiențele din țara noastră în zona de stepă moderată, soiul Săpunari irigat la un plafon minim de 65—70% din (*C*), a dat peste 40 t/ha tuberculi. În silvostepă, plafonul minim de 75—80% din (*C*) se consideră eficace în obținerea de producții mari de tuberculi.

13.5.4. APLICAREA UDĂRILOR

Cartoful, în mod curent, se irigă prin scurgere la suprafață (brazde) și prin aspersiune. Cum însă în zona de stepă și silvostepă — zone nefavorabile culturii cartofului — sînt vînturi frecvente, irigarea prin aspersiune prezintă o serie de neajunsuri în distribuirea ploii. De asemenea, utilizarea agregatelor numai dimineața și seara, cînd vîntul încetează, nu reprezintă o soluție economică. Datorită acestor neajunsuri, irigarea pe brazde a fost mult extinsă în cultura cartofului.

Pentru a se asigura plafonul minim corespunzător zonei climatice sînt necesare pentru stepă 6—8 udări însumînd 3 500—3 800 m³/ha, iar în silvostepă sînt necesare 3—4, adică o normă de irigație de 2 000—2 500 m³/ha.

Cercetările efectuate în țară, scot în evidență că, în zona de stepă și silvostepă se pot obține producții mari de tuberculi dacă se aplică un regim de irigare corespunzător (tabel 13.16).

Pentru cultura succesivă, după recoltarea orzului și chiar a grîului, se cere o udare de aprovizionare înainte de plantare. Regimul de irigare la cultura de vară, se realizează la un plafon minim ridicat (peste 75% din *C*).

În timpul secetei și temperaturilor ridicate din lunile iulie și august, numărul udărilor va fi întotdeauna mai mare.

TABELUL 13.16

Rezultatele experimentale cu regim de irigare la cartoful semitîrziu pe zonele naturale

Localitatea și anii de cercetare	Producția la neirigat (kg/ha) de la — pînă la	Regimul de irigație		Producția în cea mai bună variantă irigată (kg/ha)
		numărul udărilor	m³ apă/ha	
zona de stepă				
Brăila (1957—1959)	9 057	4—10	2 480	23 091
	17 126		4 150	25 319
Mărculești (1956—1957)	13 405	2—5	1 600	27 339
	13 903		3 350	30 408
Basarabi (1953—1955)	11 333	6—8	3 600	36 000
	11 680		4 800	40 000
zona silvostepă				
Moara Domnească (1955—1957)	16 680	2—5	1 800	20 603
	22 903		3 900	20 550

Irigarea cartofului de vară se execută în două faze distincte: în faza de creștere a tufei și în faza de formare a tuberculilor. Activitatea de cercetare a regimului de irigare în cultura succesivă a cartofului fiind în fază de pionierat, recomandarea este orientativă.

Scanned with OKEN Scanner

13.6. FASOLEA

Datorită procentului de proteine ridicat (23—25%), fasolea este folosită mult în hrana omului, sub formă de boabe, păstăi sau boabe verzi.

Făina de fasole introdusă în făina de grîu în procent de 5—10, îi ridică valoarea alimentară.

Fasolea se cultivă atît în scop alimentar cît și în scop agrotehnic, ca fertilizator natural al solului, fixînd azotul liber din aer. În agricultura irigată, refacerea stării fizice a solului prin cultura leguminoaselor, în cadrul unei rotații raționale, reprezintă o metodă economică și foarte mult răspîndită.

13.6.1. CERINȚE FAȚĂ DE APĂ

Fiind o plantă iubitoare de căldură, se pretează a fi cultivată numai în regiunile care oferă o constantă termică între 2 800—3 000°C. Față de umiditate, fasolea comună, prezintă cerințe moderate, totuși plantele suferă de secetă în faza imediat după răsărire, înflorire și formarea bobului. Seceta atmosferică este mai greu suportată de fasole decît seceta pedologică, dar nici umiditatea în exces nu se valorifică economic, în sensul că plantele cresc vegetativ luxuriant în detrimentul fructificării. În condițiile din R. S. România s-a constatat că seceta la faza de înflorit reduce substanțial producția de boabe.

G. A z z i, a stabilit experimental că în scurtul interval dintre începutul înfloritului și începutul fecundatului (care în condiții de secetă a fost de numai 5 zile), sensibilitatea fasolei la secetă este maximă, știut fiind că leguminoasele, pentru acumularea grăsimilor și proteinelor, transpiră cantități mari de apă. În Cîmpia Dunării, fasolea, în perioada înflorit-fecundat, are un consum de circa 50 m³/ha/zi (tabelul 13.17).

TABELUL 13.17

Consumul de apă al fasolei pe faze de vegetație, în procente din total, pe perioade de vegetație în Cîmpia Dunării (M. B o t z a n)

Faza de vegetație	Intervalul	Consum de apă din total (%)
Răsărit începutul înfloritului	1.V.—1.VI.	27—30
Începutul înfloritului finele înfloritului	1.VI.—20.VII.	30—47
Finele înfloritului recoltat	15.20.VII—15.VIII	22—34

Coeficientul de transpirație în funcție de regimul de irigație, după Al. I o n e s c u, a variat de la 375—667.

În statele din centrul Americii de Nord, consumul de apă variază de la 2 500—4 000 m³/ha. În primele 2—3 săptămîni după răsărire, fasolea consumă 15—20 m³/ha/zi iar la înflorit—formarea păstăilor, consumul de apă ajunge la 50—75 m³/ha/zi.

Scanned with OKEN Scanner

13.6.2. PLAFONUL MINIM DE UMIDITATE AL SOLULUI

Cu privire la irigarea fasolei, studiile și datele obținute pînă în prezent sînt sporadice, datorită faptului că multe popoare nu o consumă, iar producția ei în regim irigat nu satisface întotdeauna deziderатul economic (producție ieftină).

Cercetările efectuate în țara noastră pe zone climatice, scot în evidență necesitatea menținerii pe stratul activ de sol a unui plafon minim de 70—75% din (C) în stepă și 80—85% din (C) în zona de trecere. Pentru zona de stepă a U.R.S.S. s-a dovedit că fasolea suferă de apă în faza înfloritului și fecundatului. O udare la faza de înflorit chiar dacă solul este umed creează un microclimat optim fecundatului.

13.6.3. APLICAREA UDĂRILOR

Consumul mare de apă în faza de înflorit fecundat — 47% din total — reclamă frecvența mare a udărilor în respectiva fază. După experiențele recente, 2—3 udări în perioada de vegetație ridică substanțial producția. Studiile efectuate în țara noastră în Cîmpia Dunării demonstrează că se pot obține 2 511 kg/ha în zona de stepă uscată, 2875 kg/ha în zona de stepă moderată și 4 166 kg boabe/ha în silvostepă. Sporul de producție cel mai ridicat s-a obținut la Studina, în condițiile silvostepei : 2 113 kg/ha. Întotdeauna cînd umiditatea din stratul activ de 50 cm se apropie de C_0 producția de fasole este compromisă. Varianta irigată la plafonul minim de 75% din (C) a înflorit mai devreme, iar faza înfloritului a durat 45 zile față de 20 zile la varianta neirigată.

Din datele prezentate se observă că fasolea reacționează foarte bine la irigare. Sporuri de producție s-au obținut chiar și în anii ploioși atît în stepă, prin aplicarea unei udări la fructificare, cît și pe un sol brun-roșcat de pădure, prin aplicarea unei udări la începutul înfloritului. Irigarea se declanșează la începutul înfloritului și se menține pînă la finele acestuia (tabelul 13.18).

TABELUL 13.18

Creșterea producției de fasole în funcție de regimul de irigare, 1956—1959

Stațiunea	Producția în varianta neirigată (kg/ha)	Regim de irigație		Producția la cea mai bună variantă (kg/ha)
		Număr de udări	m³ apă/ha	
Brăila—stepă	608—1 075	3—4	1 600—2 300	1 659—2 511
Mărculești—stepă	182—1 612	2—3	1 400—2 500	1 526—2 682
Studina—silvostepă	681—2 151	1—3	1 050—2 250	1 053—3 166
Moara Domnească — zona pădurilor	895—1 653	1—4	700—2 450	1 724—2 284

Pe zonele naturale de producție, norma de irigare și numărul de udări variază astfel :

— stepă uscată : 1 600—2 300 m³/ha în 3—4 udări ;
— stepă moderată : 1 400—2 250 m³/ha în 2—3 udări ;
— silvostepă : 1 400—2 600 m³/ha în 2—3 udări ;
— zona fostelor păduri : 1 100—2 000 m³/ha în 2—3 udări.

Scanned with OKEN Scanner

Fasolea poate fi cultivată și în cultură succesivă după plantele ce se recoltează devreme.

Lucrările necesare culturii succesive, fertilizarea și regimul de irigare sînt similare celor prezentate la cultura succesivă de soia.

13.7. SOIA

13.7.1. NECESITATEA PENTRU APĂ

Datorită procentului ridicat de proteine în boabe (peste 40%), soia își găsește o largă întrebuințare în industria alimentară. Din soia se obține ulei, margarină, brînză, lapte etc. Se apreciază că 1/2 din populația globului consumă lapte din soia. În comparație cu boabele de porumb, cele de soia sînt de peste două ori mai bogate în calorii, iar pe unitatea de masă conțin mai mult azot, fosfor, potasiu, calciu, magneziu, cupru și mangan decît cele de porumb. Prin punerea în funcțiune a fabricii de prelucrare a soiei de la Slobozia—Ialomița, cultura acestei plante, la noi, înregistrează realizări atît ca extindere a suprafeței cît și ca producție pe hectar.

Cultivată în condițiile agrotehnicii neirigate, producția nu depășește 900—1 000 kg/ha; frecvent cultura este chiar compromisă. Soia are mare valoare în fertilizarea solului, fiind socotită o bună amelioratoare. Crește și se dezvoltă bine numai în zonele calde, obișnuit în zona viței de vie.

Necesitatea pentru apă se resimte în mod deosebit în prima fază a vegetației pînă la formarea bobului. O plantă elimină prin transpirație, în faza premergătoare înfloritului, 100—150 g apă în 24 ore iar în faza de fructificare 300 - 350 g.

Cercetările prezente au dovedit că prin irigare corespunzătoare, producția în țara noastră a crescut pînă la 4 000 kg/ha.

13.7.2. PLAFONUL MINIM DE UMIDITATE AL SOLULUI

Cercetările lui L. A. Uklein, în U.R.S.S., asupra consumului de apă, scot în relief cerințe mari. Irigată la plafonul minim de 60—70% din (*C*) și fără udări de aprovizionare, producția a fost mică din cauza avortării florilor și fructelor chiar fecundate; irigată la plafon minim de 80% din (*C*), s-a înlăturat acest neajuns.

V. J. Baird (1964), în S.U.A., arată că în timpul perioadei de creștere rapidă (5—9 săptămîni după răsărire), consumul de apă crește încet, ca în final să ajungă la 7,5 mm/ha/zi.

R. L. Herpich (1963) S.U.A., precizează că stratul de sol relativ umed trebuie să ajungă pînă la 120 cm. Cel mai mare consum de apă se înregistrează în faza formării organelor de reproducere, adică în luna iulie-august (fig. 13.6). În America de Nord, irigarea de aprovizionare pînă la adîncimea de 120 cm este socotită drept cheie în asigurarea unei producții bune.

În țară, Albinet E., irigînd soia în funcție de faza de vegetație, ajunge la concluzia că producția cea mai mare s-a obținut cînd s-au aplicat udări la începutul fazei de înflorire și la formarea păstăilor (tabelul 13.19).

Scanned with OKEN Scanner

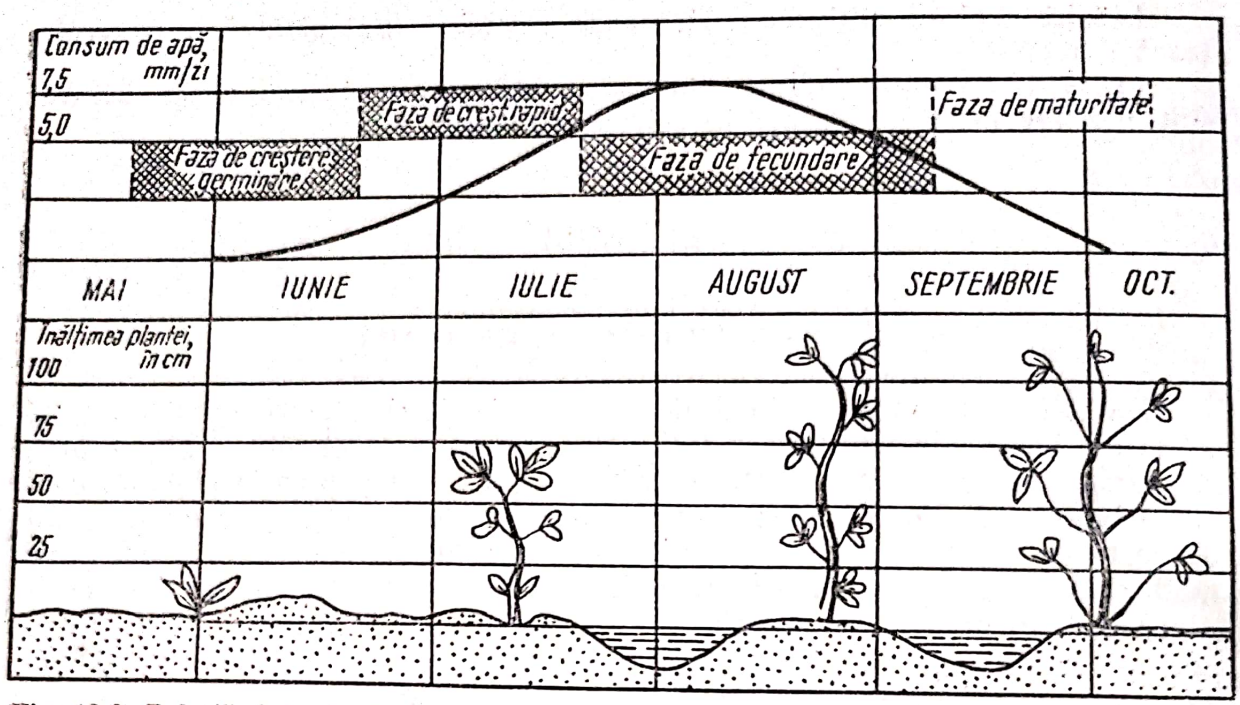


Fig. 13.6. Relațiile între fazele de creștere ale soiei și consumul de apă (după R. L. Herpich).

TABELUL 13.19

Irigarea soiei pe faze de vegetație și producția obținută (kg/ha)
E. Albineț

Desimea (plante/ha)	Neirigat (kg/ha)	Irigat prin aspersiune		Irigat pe brazde 1961 (kg/ha)
		La începutul înfloririi și formării păstăilor (kg/ha)	idem la umplerea bobului (kg/ha)	
2 plante la cuib 400 000 plante/ha	1 030	2 206	2 184	2 243
1 plantă la cuib 200 000 plante/ha	1 587	2 208	2 129	2 199
2 plante la cuib 400 000 plante/ha	1 834	2 454	2 125	2 315
2 plante la cuib 200 000 plante/ha	1 859	2 536	2 294	2 317

Experiența s-a efectuat pe teren nefertilizat, iar irigarea s-a executat după fazele de vegetație și anume la variantele udate la începutul înfloririi și formării păstăilor, s-au aplicat două udări cu o normă de irigare de 660 m³/ha, pe cînd la variantele irigate la începutul înfloririi, formării păstăilor și umplerii bobului, s-au aplicat trei udări cu norma de irigare de 910 m³/ha. Norma de udare a variat între 250—300 m³/ha. Soiul folosit a fost Chippewa. La irigarea pe brazde s-au aplicat trei udări cu norma de irigație de 2 130 m³/ha, adică, 700 m³/ha la o udare.

Irigatul la umplerea bobului pentru condițiile din Moldova nu este necesar. Vînturile frecvente în această zonă determină căderea plantelor, cu implicații asupra producției.

În S.U.A., Texas, soia se cultivă intercalată cu porumbul după schema, 12 rînduri de soia și 2 rînduri de porumb, metodă în care soia este protejată împotriva vîntului și căderea plantelor, evitată.

Scanned with OKEN Scanner

13.7.3. APLICAREA UDĂRILOR

În regiunile de cîmpie cu precipitaţii puţine şi temperaturi ridicate nu se poate obţine o producţie economică fără irigaţie.

În funcţie de faza de vegetaţie şi de condiţiile climatice, udările se execută înainte ca umiditatea să ajungă la plafonul minim. Mărimea normei de udare este condiţionată de metoda de udare, tipul solului şi condiţiile climatice.

La udarea pe brazde, numărul udărilor în faza de vegetaţie variază pentru stepă la 4—5 totalizînd 3 000 m³/ha, iar prin aspersiune la 5—6, însumînd 2 500—3 000 m³/ha.

Cultura soiei prezentînd o serie de avantaje economice a determinat o mai atentă studiere a regimului de irigare, cu prioritate în principalele ţări cultivatoare: S.U.A., U.R.S.S., R.P. Chineză etc.

În U.R.S.S. s-au studiat următoarele variante ale regimului de irigare:

— udări la un plafon minim de 80% din (*C*) pe adîmcimea de 1—1,5 m;

— udări de aprovizionare+udări în vegetaţie la un plafon minim de 80% din (*C*) pînă la înflorire şi coacere;

— udări de aprovizionare+udări la înflorirea şi umplerea păstăilor.

Producţia cea mai economică s-a obţinut cînd s-a îmbinat udarea de aprovizionare cu cele din perioada de vegetaţie.

În ţara noastră, pe baza regimului de irigare în dependenţă cu zona climatică, se recomandă:

— în regiunile secetoase unde precipitaţiile din toamnă şi vară nu asigură umectarea solului pînă la 1,30—1,50 m, să se aplice udări de aprovizionare cu circa 1 000 m³/ha. În stepă, 3—4 udări a cîte 700 m³/ha aplicate fazial la apariţia mugurilor florali, la înflorire, la fructificare şi formarea bobului, se consideră satisfăcător;

— în silvostepă, 2—3 udări a cîte 700 m³/ha, aplicate la începutul înfloritului, fructificare şi formare a bobului, au dat producţii mari.

Nu se recomandă udarea prea timpurie a soiei deoarece plantele devin sensibile la cădere, cu urmări negative asupra producţiei. Irigarea prin aspersiune e bine să se execute cu aspersoare cu (*Ih*) de 6—7 mm.

13.7.4. SOIA PENTRU BOABE ÎN CULTURĂ SUCCESIVĂ

După plante ce se recoltează timpuriu ca orz de toamnă, rapiţă, secară masă verde, se poate semăna soia. Semănatul soiei tîrziu, după premegătoarele amintite, contribuie la reducerea habitusului plantelor de soia şi la coborîrea punctului de inserţie al păsărilor la baza tulpinii. Reuşita culturii succesive a soiei reclamă însă următoarele măsuri agrotehnice:

— pregătirea terenului şi introducerea fertilizanţilor. Semănatul pe terenul pregătit cu grapa cu discuri în agregat cu grapa stelată asigură semănatul în timp scurt; miriştea păioaselor rămasă în parte la suprafaţă diminuează efectul batant al irigării prin aspersiune. Nu se recomandă prelucrarea solului cu plugul pentru că întîrzie semănatul şi măreşte preţul de cost.

— fertilizanţii chimici, *N.P.K.*, să se împrăştie înaintea lucrării cu discul. Cantitatea de 32 kg *N*/ha şi 32 kg/ha P_2O_5 pentru zona de stepă este considerată economică la producţia de 1 300—1 800 kg/ha.

Scanned with OKEN Scanner

— semănatul să se execute la fel ca în cultura principală, soiurile cele mai recomandate fiind: Capital, Hardome, Mandarin.

— la aplicarea udărilor să se țină seama de rezerva de apă redusă; germinarea și creșterea rapidă determină un consum mare de apă care se suplinește cu următoarele udări:

— imediat după semănat se aplică prima udare cu 400—500 m³/ha;

— după răsărire, udările se repetă la intervale de circa 10—14 zile cu cîte 500—600 m³/ha, asigurînd un plafon minim de 80% din (*C*);

— la faza de apariție a mugurilor florali și formarea bobului (reprezentînd faza critică pentru umiditate) se irigă chiar și la intervale mai scurte de 10 zile.

13.8. LUCERNA

Lucerna este o valoroasă plantă de cultură atît din punct de vedere furajer cît și agrotehnic. În masa verde produsă de această plantă se găsesc importante substanțe nutritive. Lucerna depășește cea mai bună iarbă de pășune cu peste 50% în proteine brute, de circa cinci ori în conținutul de calciu și circa 30% în conținutul de fosfor. Fînul de lucernă fiind bogat în vitamine (*A*,*C*,*D*,*K*) și în proteină digestibilă, prezintă o deosebită importanță în furajarea animalelor. Producția mare de fîn, peste 14 000 kg/ha, îi ridică valoarea economică.

Însemnătatea lucernei sub aspect agrotehnic este pusă în evidență de substanțele nutritive acumulate în masa radiculară care prin desființarea culturii, rămîn în sol. De la lucerna irigată se obțin pînă la 10—12 tone/ha masă organică de rădăcini care prin descompunere ameliorează structura solului, activitatea biologică și reduc gradul de salinitate al solului. Cultivată în amestec cu porumb, asigură peste 3 600 kg/ha fîn lucernă și 23 400 kg/ha masă verde de porumb.

A.G. Krujilin (1954) arată că după cultivarea bumbacului timp de 6 ani, în stratul de sol de un metru s-au găsit 82 t/ha săruri, în timp ce pe același teren, după cultivarea lucernei timp de 2 ani, cantitatea de săruri a scăzut de 3 ori. Lucerna din anii 2 și 3 poate suporta 0,03—0,09% Na_2CO_3 sau 0,036% NaCl sau 0,64% Na_2SO_4. Rezistența la clor, în faza de răsărire ajunge pînă la 0,2% și 0,6% la îmbobocire. Nivelul apei freatice sub cultura de lucernă — datorită consumului mare — în lunile de vară, scade cu cel puțin 7—8 cm, influențînd distribuția rădăcinilor pe profilul solului (fig. 13.7).

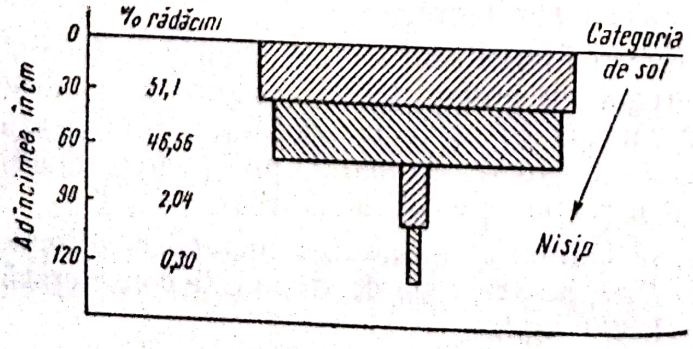


Fig. 13.7. Dispunerea, în procente, a rădăcinilor de lucernă pe profilul solului cînd apa freatică se află la 0,90 m.

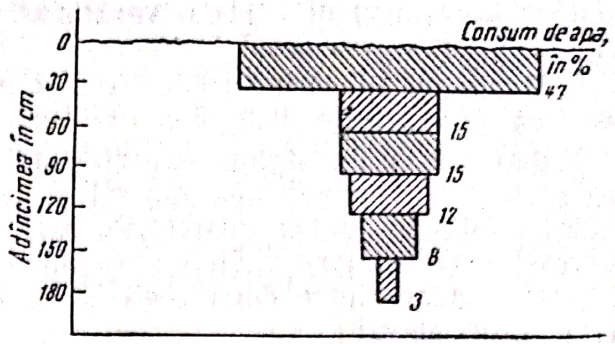


Fig. 13.8. Satisfacerea consumului de apă la lucernă, în procente, în funcție de adîncimea stratului de sol (după H. Claude).

13.8.1. NECESITATEA PENTRU APĂ

Plantă de zonă caldă, lucerna este o mare iubitoare de apă, consumînd de 2—3 ori mai multă apă decît cerealele păioase.

Pentru zona Tholonet (Franța), lucerna din anul 2 (în lizimetri) a avut întodeauna (*ETM*) superioară (*ETP*), calculată după formula Bouchet, ajungînd în unele luni la 150% din (*ETP*). În practică nu este posibil să se dea lucernei cantitatea de apă pe care ar putea-o consuma, deoarece coeficientul de valorificare al apei depășește limita rentabilității.

La noi în stepă, consumul de apă la cultura de lucernă de un an, în perioada de vegetație, este 7 000 m³/ha iar în silvostepă 6 500 m³/ha; pentru lucerna din anul II consumul este și mai mare, 9 200 m³/ha în stepă și 6 800 m³/ha în silvostepă. După calcule, pentru producerea unei unități de fîn sînt necesare 700—800 unități apă.

Înzestrată cu un sistem radicular profund (mai cu seamă lucerna veche), cantități apreciabile de fîn — comparativ cu alte culturi — se obțin și în anii secetoși (fig. 13.8), fapt ce a determinat pe unii cercetători să afirme că lucerna „rezistă" la secetă.

Din determinările făcute în cîmpia Bărăganului a reieșit că în lunile iulie și august, consumul total de apă a ajuns la 70 m³/ha/zi. S.K. Kondrașev bazat pe experiențele îndelungate cu irigarea lucernei în Asia centrală, este categoric împotriva acelora care susțin că lucerna este „rezistentă" la secetă. El susține că lucerna trebuie cultivată numai în asolament irigat. În Elveția, Franța, S.U.A., Anglia, deși cultivată pe suprafețe reduse producția globală este mare, datorită faptului că se cultivă în regim irigat.

13.8.2. PLAFONUL MINIM DE UMIDITATE AL SOLULUI

În funcție de sol și zona climatică, plafonul minim sub care cultura de lucernă vegetează bine variază de la 60—80% din (*C*). Pentru solurile ușoare și mijlocii din Cîmpia Dunării, plafonul minim de 60—65% din (*C*) se consideră economic. Pentru solurile grele din zona de silvostepă, plafonul de 80% din (*C*) satisface cerințele lucernei față de apă. În cazul utilizării (*ETP*) calculată după formula Bouchet, ca termen de referință, plafonul minim variază între 75—80% din (*ETP*).

13.8.3. APLICAREA UDARILOR

Momentul aplicării udărilor se determină în funcție de umiditatea din sol, de faza de vegetație și de scopul culturii (fîn sau semințe).

Plafonul minim stabilit experimental se urmărește prin determinări, astfel că de îndată ce umiditatea din sol se apropie de cea corespunzătoare plafonului minim, se începe udarea. Pe bază de experiențe, în funcție de faza de vegetație, cercetătorii sovietici recomandă două variante:

— o udare între două coase și în acest caz, momentul aplicării udării este la îmbobocit;

— două udări pentru o coasă, în care caz o udare se dă la începutul îmbobocitului iar a doua udare la începutul reluării creșterii, după cosit.

Cînd lucerna se cultivă sub plantă protectoare, K. B i t i u k o v recomandă ca pentru lucerna din anul I să se aplice udările conform cerințelor plantei protectoare și numai după recoltarea acesteia să se ude moderat lucerna.

Cercetările din țara noastră au scos în evidență soluții noi în cultura lucernei. Semănată fără plantă protectoare, lucerna produce în toată perioada de folosință, cu 10—17% mai multe unități nutritive și cu 41—48% mai multă proteină digestibilă decît cea semănată sub plantă protectoare. La lucerna semănată vara este nevoie de o udare de aprovizionare; la cea semănată primăvara (dacă toamna nu s-a aplicat udarea de aprovizionare) prima udare se aplică la 20 zile de la încolțit sau chiar la 30—40 zile cînd lucerna are 6—8 trifoliole. Udările prea timpurii nu se recomandă din cauză că efectul batant al aspersiunii creează condiții pentru evoluția procesului reductiv în favoarea celui oxidativ.

Momentul aplicării udărilor depinde, de asemenea, de zona naturală. În lunile iulie și august sînt indicate, în stepă, două udări pentru o coasă (la răsărit și îmbobocit) sau o udare cu normă mare înaintea coasei pentru a beneficia și coasa următoare; în trecerea spre celelalte zone, cîte o udare pentru fiecare coasă. Udările de aprovizionare permit renunțarea la udarea pentru coasa I primăvara.

În U.R.S.S., regiunea Zavoljie (zonă secetoasă), culturile de lucernă nu sînt rentabile fără irigație. Sovieticii apreciază că 5—8% din suprafața totală a asolamentului trebuie să fie cultivată cu lucernă irigată. În unele stațiuni experimentale din această țară, lucerna cultivată în regim neirigat a produs numai 1 710 kg/ha fîn, pe cînd în regim irigat, în medie pe 7 ani, 7 800 kg/ha fîn. Regimul de irigare al lucernei de 1 an sub plantă protectoare practicat în U.R.S.S., prevede:

— o udare de aprovizionare de 900—1 000 m³/ha toamna;

— 2—3 udări în perioada de vegetație, date plantei protectoare.

Pentru combaterea buruienilor din lucernă în anul I multă vreme s-a recomandat cositul repetat, metodă ce a frînat înrădăcinarea lucernei și a dus la dispariția, aproape totală, în anul II și III, a lucernei.

Utilizarea erbicidelor de tipul „Aretit" dau posibilitatea cosirii lucernei din anul I la înfloritul deplin, metodă ce asigură o bună înrădăcinare. Dacă nu avem la îndemînă erbicidele specifice lucernei, se recomandă ca în anul I, coasa I să se ia la înfloritul deplin și nu la îmbobocit. În următorii ani de vegetație (II, III, IV) ultima coasă să fie recoltată tot la înfloritul deplin. Grăpatul lucernei trebuie făcut primăvara cu grape grele, după fiecare coasă și toamna odată cu încorporarea fertilizanților cu fosfor.

Scanned with OKEN Scanner

După cercetări recente, momentul aplicării udării în primăvară trebuie stabilit în funcție de temperatura solului. Chiar pe terenurile bine aprovizionate cu apă, lucerna se ofilește dacă temperatura solului este sub 10°C. Creștere viguroasă se realizează cînd temperatura din sol este de 18,3—22°C.

Cele mai mari variații de temperatură în timpul anului apar la adîncimea de 10—20 cm. Primăvara, creșterea plantei este condiționată de activitatea rădăcinilor de la mică adîncime. Udarea timpurie—primăvara—cu apă care în mod obișnuit are o temperatură mai mică de 12°C va contribui la răcirea stratului superficial de sol (10—20 cm) și va avea urmări negative asupra creșterii lucernei.

La stațiunea „Newland", în pericada 1960—66, s-a întîrziat irigarea lucernei pînă cînd temperatura solului a atins 12,8°C la adîncimea de 45 cm. Prin aceasta s-a acumulat căldură în sol și producția la următoarele coase a fost mai mare față de varianta irigată primăvara la mai puțin de 10°C în sol. În zonele reci, pentru a înlătura degerarea plantelor, pe lîngă udări de aprovizionare este necesar să se aplice fertilizare cu P, K și S.

Lucerna este extrem de sensibilă la excesul de apă, constituind una din cauzele degradării precoce a culturii. Irigarea lucernei prin aspersiune reclamă instalații cu intensitate orară mică, 6 mm/oră, astfel ca în timpul udării să nu se formeze peliculă de apă la suprafața solului. În cazul cînd se formează peliculă de apă, se oprește instalația și se execută udarea în reprize. Acumularea de etanol în cultura menținută sub peliculă de apă a fost sesizată în multe studii.

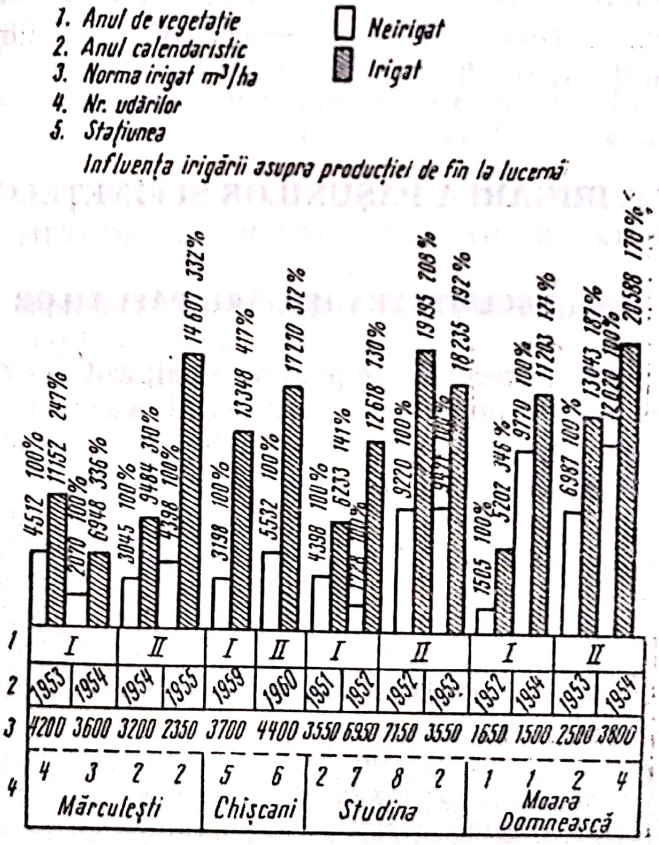


Fig. 13.9. Influența irigării asupra producției de lucernă fîn.

În funcție de relieful terenului și de condițiile economice existente, irigarea lucernei se face prin aspersiune și scurgere la suprafață. Pe terenurile frămîntate și cu stratul de sol subțire se recomandă să se irige prin aspersiune, iar pe cele cu pantă naturală corespunzătoare se va iriga prin scurgere la suprafață.

Brazdele mici și fîșiile sînt metodele cele mai frecvente de irigat lucerna prin scurgere la suprafață.

În condițiile irigării prin aspersiune se dau 8—10 udări cu norma de udare de 500 m³/ha. În condițiile udării prin scurgere la suprafață (fîșii) se dau 6—7 udări cu norma de 600 m³/ha, adică 3 600—4 200 m³/ha într-un an vegetal. În anii ploioși norma de irigație se reduce.

În Cîmpia Dunării, prin irigare, lucerna poate da 4 coase în anul I, totalizînd 14 757 kg fîn/ha, iar în anul II, 5 coase însumînd 22 960 kg fîn/ha.

Producția de fîn în funcție de norma de irigație și stațiunea experimentală se prezintă în fig. 13.9. Pentru producția de sămînță, tehnica semănatului și a udării diferă de lucerna pentru fîn. Sămînța de lucernă se poate obține numai în zonele cu climă caldă, condiții pe care, la noi în țară, le găsește în cîmpia din sud și sud-vest. Zonele mai nordice nu sînt potrivite pentru cultura lucernei în scopul semincer.

Semănatul lucernei pentru obținerea de sămînță se execută la desime mai mică decît cea pentru fîn : 20—75 cm între plante pe rînd și 60—122 cm între rînduri. La asemenea desime și un plafon minim de udare de 60—65% din (*C*) s-au recoltat peste 800 kg/ha sămînță de lucernă. În cazul că nu s-a semănat lucerna pentru sămînță, se poate obține totuși sămînță în zonele mai ploioase din cultura obișnuită, coasa a II-a. În zonele secetoase (fără ploi) se poate opri pentru sămînță coasa I.

13.9. IRIGAREA PĂȘUNILOR ȘI FÎNEȚELOR

13.9.1. NECESITATEA IRIGĂRII PĂȘUNILOR

Numeroase cercetări executate pe plan mondial, scot în evidență că porumbul și fînețele naturale exploatate în condiții raționale și irigate, asigură cea mai ieftină sursă de furaj necesar creșterii bovinelor, ovinelor și porcinelor.

În Olanda, Belgia, Anglia, R.F. Germania, cultura și exploatarea unui hectar de pășune nu este inferioară sub aspect economic, culturii unui hectar de sfeclă furajeră sau porumb pentru siloz. Calitatea produselor alimentare obținute de la animale crescute pe pășune este net superioară celei obținute în creștere industrială. Prețul de vînzare mult mai ridicat al produselor obținute de la animale crescute pe pășune, comparativ cu cel al produselor obținute industrial, arată și justifică calitatea biologică superioară a produselor obținute în condiții naturale de furajare.

În țările cu agricultură dezvoltată, 0,1—0,24 ha pășune irigată asigură furajarea unei vaci în toată perioada de vegetație.

Avantajele irigării pășunilor sînt :

— sporește masa uscată cu circa 25—50% , fără aplicarea de fertilizanți, iar cu fertilizanți sporul ajunge la 125% ; menține iarba tînără și gustoasă ;

Scanned with OKEN Scanner

face economie de nutreţuri concentrate; descompune energic resturile vegetale de pe păşune; creşte longevitatea păşunii prin sporirea proporţiei de specii superioare; creşte numărul de animale ce se pot întreţine pe unitatea de suprafaţă.

Irigarea păşunilor cu scopul de a le mări producţia este o problemă cu totul nouă şi puţin studiată în ţara noastră.

România are în exploatare 4,3 milioane ha păşuni şi fîneţe din care numai păşunile reprezintă 2,9 milioane ha, adică circa 12,1% din supafaţa totală a ţării şi 20,3% din suprafaţa agricolă. În funcţie de relief, suprafaţa ocupată de păşune cuprinde 43% în zona colinelor şi dealurilor, 28% în zona munţilor şi 29% în cîmpie. Avînd în vedere repartizarea procentuală a păşunilor după relief, irigarea lor ridică, în principiu, trei probleme distincte:

— irigarea şi exploatarea păşunilor naturale situate pe pante mai mari de 20%;

— irigarea păşunilor din zona climatică cu suficiente precipitaţii pe ansamblul anului vegetal;

— irigarea păşunilor şi fîneţelor artificiale situate în stepă şi silvostepă.

Suprafaţa cea mai mare ocupată de păşuni este situată pe terenuri de pantă. Irigarea pantelor se poate executa uşor prin aspersiune, folosind instalaţii cu intensitatea orară sub 6 mm.

În zonele unde cerinţa de masă verde trebuie asigurată continuu şi constant, irigarea se execută chiar dacă precipitaţiile pe ansamblul anului sînt suficiente. Solurile subţiri, cu textură grosieră şi consum mare de apă, reclamă udări cu norme mici şi la intervale scurte.

Cheltuielile de amenajare şi ale instalaţiilor ce se folosesc în scopul udării „facultative" se amortizează într-un termen lung. Investiţiile sînt economice numai cînd produsele obţinute au piaţă de desfacere rapidă.

În stepă, păşunile sînt culturi perene care, la însămînţare reclamă, în scopul irigării, amenajarea corespunzătoare metodei de udare adoptată.

13.9.2. METODE DE IRIGARE A PĂŞUNILOR NATURALE

Scurgerea la suprafaţă prin revărsare cu rigole dispuse orizontal. La irigaţia prin rigole orizontale, apa este adusă în partea superioară a fîneţei şi de aci, prin rigole de distribuţie care se intersectează pe linia de cea mai mare pantă cu rigolele orizontale, se revarsă prin marginea lor inferioară (fig. 13.10).

Această metodă este indicată pentru terenurile unde nu se cer lucrări de nivelare. Debitele de 0,5—1 l/s.ha asigură necesarul de apă la irigarea prin rigole orizontale.

Panta cea mai favorabilă este cuprinsă între 2 şi 10%. La o pantă mai mare de 10% se formează şuvoaie.

Tehnica de udare. Cînd se udă prin revărsare, operaţia presupune că în amonte sînt pîraie ce au un anumit debit. Pentru a sistematiza debitul acestor pîraie sînt necesare lacuri de acumulare. În ţara noastră, cultivatorii din zona Făgăraş folosesc mai puţin barajele pentru sistematizarea pîraielor însă conduc apa pe fîneţe chiar în timpul ploii. Metoda se explică în felul următor: în zona Făgăraş în aşezările Berevoi, Pojorîta, Sîmbăta, Recea etc. solurile formate pe aluviuni ca: grohotişuri, prundişuri şi nisipuri, au orizontul *A* foarte subţire (10—15 cm). Avînd textură grosieră încă de la suprafaţă au şi

Scanned with OKEN Scanner

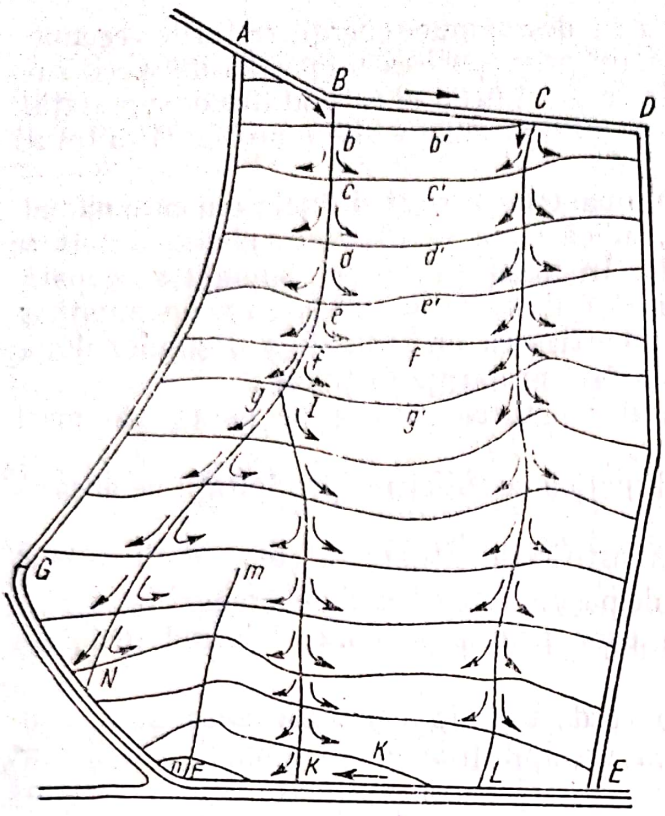


Fig. 13.10. Fîneață irigată prin scurgere la suprafață (rigole orizontale):

A, B, C, D — canal de alimentare ; *BN, IK* și *CL* — rigole de distribuție ; *bb' cc', dd'*, etc. — rigole orizontale de revărsare ; *AGF, DEF* — rigole de evacuare.

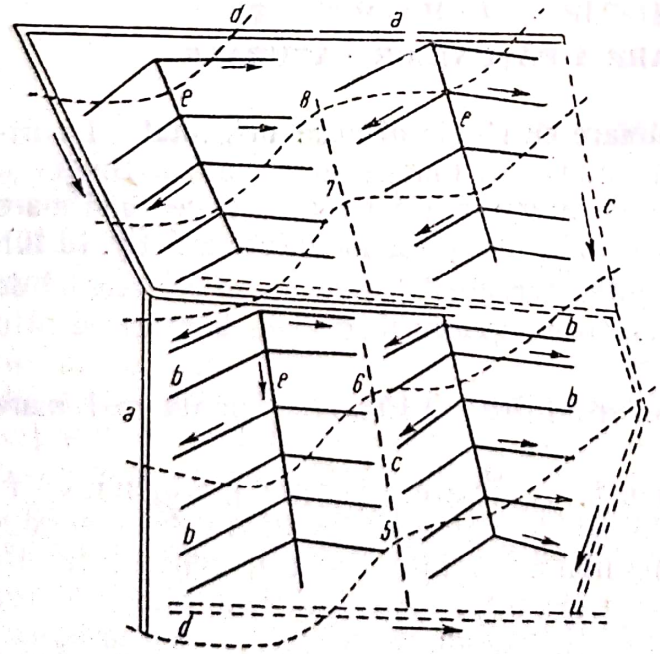


Fig. 13.11. Fîneață irigată cu rigole în spic ;

a — rețea de alimentare ; *b* — rigole de revărsare ; *c* — rețea de evacuare ; *d* — curbe de nivel ; *e* — rigole de distribuție.

indicii hidrici cu valori reduse, iar coeficientul de infiltrație este mare, peste 16 mm/h. Infiltrația mare determină, la rîndul ei, o redusă utilizare a precipitațiilor și prin urmare, secetele pedologice vor fi frecvente. Irigarea chiar în timpul ploii este justificată de faptul că apa este foarte bogată în aluviuni fertile. Turbiditatea mare și de calitate (apa trecînd prin multe așezări rurale pe care le spală, se încarcă cu săruri nutritive) mărește eficacitatea udării. Acest mod de udare este însă un caz particular care nu s-a extins.

Irigația prin rigole înclinate sau în spic. Rigolele de udare nu mai sînt orizontale, ci sînt oblice față de rigola de distribuție și față de pantă, mișcarea apei urmărind oarecum panta naturală; metoda este recomandată pentru terenurile cu pantă între 2—6%.

Apa din rigolele de alimentare trece în rigole de distribuție care, la rîndul, lor urmăresc cotele mai ridicate. Distanța între rigolele de distribuție este de 20—30 m, iar adîncimea 20—25 cm (fig. 13.11).

Din rigola de distribuție apa trece în rigolele de revărsare trasate oblic față de pantă. Distanța între aceste elemente este de 3—20 m, lungimea de 10—20 m, iar panta de fund, de 6—10%.

Irigarea fîneților după această variantă nu cere studii nivelice speciale și nici nivelări costisitoare.

Apa nu este repartizată însă uniform dacă rigolele sînt distanțate la peste 15 m.

Scanned with OKEN Scanner

Irigarea prin aspersiune. Irigarea pășunilor pe pante, prin scurgere, se execută destul de greu, motiv pentru care s-a recurs la irigarea prin asperisune.

Instalațiile de aspersiune moderne au următorii indici funcționali superiori : intensitatea ploii furnizată de aspersor, de 6 mm, intensitatea instantanee, destul de scăzută, (0,3 mm/rotație) cu posibilități de reglare a vitezei de rotație a aspersorului în timpul irigării. La norme mici și cu intensitate redusă fenomenul de eroziune nu se declanșează.

Numărul de udări variză cu regimul pluviometric și cu indicii hidrici ai solului. În anii secetoși sînt necesare și 10 udări.

În Italia, pășunile se irigă luîndu-se în calcul consumul de apă în timp. În funcție de acest consum se stabilește norma de udare.

Cercetările demonstrează că 200 m^3/ha aplicați la un interval de 10 zile acoperă consumul de apă.

Alte experiențe susțin că 400 m^3/ha la fiecare 10 zile satisfac consumul de apă. Irigarea pe pășune se aplică de îndată ce animalele nu o mai pășunează. Dacă în 10 zile, animalele prin pășunat au epuizat iarba, atunci se introduce o cositoare care înlătură resturile plantelor ce nu au fost consumate de animale și se irigă cu norme care să satisfacă 75% din (C) pe stratul de sol de cel mult 40 cm adîncime. Sub influența irigării compoziția floristică se schimbă. După cercetările din Italia procentul leguminoaselor în primul an de irigare crește, iar cel al gramineelor scade (*Lotus corniculatus* crește procentual, iar trifoiul roșu scade). După o irigare de 4 ani, în care s-au aplicat echilibrat fertilizanții chimici nu s-a sesizat o schimbare esențială în compoziția floristică.

13.9.3. IRIGAREA PĂȘUNILOR ȘI A FINEȚELOR ARTIFICIALE

Terenul afectat înființării de pajiște sau fîneață artificială este în prealabil arat, nivelat și amenajat pentru a fi irigat prin scurgere la suprafață sau prin aspersiune. La însămînțarea pășunilor - pentru a le mări producția — se recomandă să se introducă cantități însemnate de gunoi de grajd — 30—40 t/ha — și fertilizanți chimici — pînă la 1 000 kg/ha. Prin fertilizarea masivă, însușirile fizice și hidrice ale terenului se ameliorează pentru o durată de 4—5 ani. Pe un asemenea sol, infiltrația crește și aspersiunea poate funcționa cu o intensitate orară mai mare.

Producția mare pe care se contează cere însă și fertilizanți chimici în timpul vegetației.

Atît pentru pășunile naturale cît și pentru cele artificiale azotul este elementul care se consumă și se pierde cel mai mult într-un timp foarte scurt. Cercetările efectuate la Universitatea din Torino (Italia) asupra acestei probleme sînt concludente. Cînd s-a dat numai N și s-a irigat, producția a crescut cu 30% față de martorul nefertilizat. Numai azotul a ridicat producția de masă verde cu 18%, iar la fîn cu 14% (tabelul 13.20. și 13.21).

La însămînțarea fîneței analizate în tab. 13.20 și 13.21 s-a folosit un amestec compus din :

Lolium italicum 25, *Dactylis glomerata* 10, *Poa pratensis* 5, *Trifolium pratense* 5, *Lotus corniculatus* 4, *Trifolium repens* 2 kg/ha.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 13.20

Corelaţia dintre precipitaţii, numărul de udări şi producţia de masă verde (G. Sasso)

Coasa	1959		1960	
	ploaie (mm)	număr de udări	ploaie (mm)	număr de udări
I	244*	0	233	0
II	266	0	104	0
III	240	2	172	2
IV	177	0*	179	3
TOTAL	927	2	688	5

* ploi numai între coase

TABELUL 13.21

Producţia de masă verde (kg/ha)

Coasa	anul 1959				anul 1960			
	Neirigat		Irigat, 900 m³/ha		Neirigat		Irigat, 900 m³/ha	
	fN	*cN*	*fN*	*cN*	*fN*	*cN*	*fN*	*cN*
I	38 982	41 972	40 358	43 943	24 977	30 870	24 680	31 833
II	20 078	19 192	20 152	19 880	7 076	7 934	7 435	8 044
III	5 839	6 932	12 644	14 330	2 251	2 798	6 627	8 539
IV	6 345	9 860	6 070	8 937	3 341	6 461	5 929	8 401
Total	71 245	77 956	79 224	86 630	37 645	48 063	44 671	56 817

fN = fără azot *cN* = cu azot

Capitolul 14

IRIGAREA PLANTELOR HORTICOLE

14.1. IRIGAREA LEGUMELOR

Consumul de apă al plantelor legumicole. Plantele legumicole sînt în general mari consumatoare de apă. Cerinţa de apă este determinată pe de o parte de factorul climă, iar pe de alta, de fiziologia specifică legumelor luate în cultură. Conţinutul în apă la majoritatea legumelor variază în limitele a 85—90% din masa plantei. Lipsa de apă deteriorează total calitatea legumelor, turgescenţa se pierde şi nu mai pot fi valorificate în stare proaspătă. În funcţie de sistemul radicular şi nivelul de umiditate din sol, seceta poate fi:

— de gradul I, cînd solul uscat este pînă la (C_0) pe adîncimea de 10 cm. Plantele cu înrădăcinare superficială ca usturoi, ceapă, ardei vegetează în condiţii vitrege şi diminuarea producţiei tinde pînă la calamitarea recoltei;

Scanned with OKEN Scanner

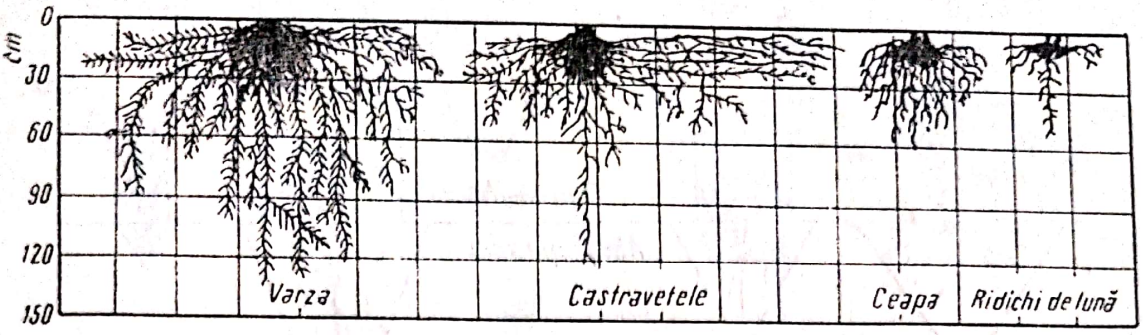


Fig. 14.1. Dezvoltarea sistemului radicular la varză, castravete, ceapă și ridichi de lună.

— de gradul II, cînd umiditatea din sol este la (C_0) pe un strat de 30 cm. Frunzele legumelor la asemenea umiditate își pierd elasticitatea, iar cele mai în vîrstă se ofilesc;

— de gradul III; umiditatea este la fel ca la seceta de gradul II, dar datorită pericadei prelungite, frunzele își pierd culoarea fără să-și mai revină. Varza fiind o plantă cu înrădăcinare superficială și un consum zilnic — pentru o plantă bine dezvoltată, de 5 l/zi, se înțelege că în condiții de strees de numai 2—4 zile producția va fi cu cel puțin 15% diminuată. Sistemul radicular superficial obligă la menținerea unui plafon ridicat de umiditate ce se poate realiza numai prin udări la intervale scurte, 4—5 zile (fig. 14.1).

În funcție de consumul de apă, legumele se clasifică în patru grupe:

— grupa I, plante cu un consum redus de apă, ca: tomatele, morcovii, pătrunjelul și pepenii;

— grupa II, plante cu sistem radicular superficial și capacitate redusă de absorbție a apei, ca: varza, conopida, castraveții, salata, spanacul și ardeiul;

— grupa III, plante cu capacitate mare de absorbție a apei și consum ridicat de apă: cartofii timpurii, și sfecla roșie;

— grupa IV, plante cu un consum mic de apă datorat indexului foliar redus: ceapa, mazărea de grădină (fig. 14.2). Pentru o producție de legume cu mare valoare nutritivă se cere ca raportul $\frac{ETR}{ETP} = 1$. Cel mai bun plafon minim de umiditate este situat la 70—80% din (ETM).

Stratul activ de sol menținut umed variază între 40—50 cm. În acest caz norma de udare este mică (sub 400 m³/ha). Momentul udării se stabilește în concordanță cu (ETM) a fiecărei culturi. Norma de udare și de irigare se calculează după aceleași relații prezentate la capitolul 4 și 6.

Metode de udare specifice culturilor legumicole. Metoda caracteristică udării legumelor este *scurgerea la suprafață* (prin brazde). În prezent, la noi în țară, se utilizează în mod frecvent două variante de modelare a terenului pentru irigarea prin scurgere: prin biloane și prin straturi înălțate (fig. 14.3).

Modelarea terenului prin straturi înalte s-a practicat pînă de curînd numai pentru plantele semincere cultivate pe solurile cu textură fină. Metoda se pretează însă pentru toate culturile legumicole, asigurînd în același timp deplasarea cu ușurință a tuturor mașinilor agricole. Modelarea în straturi înălțate se execută cu mașina *MM*-2,1, acționată de tractorul U-650.

Modelarea terenului prin biloane nu corespunde cerințelor de deplasare a mașinilor agricole. Acționarea mașinilor este posibilă numai la biloanele

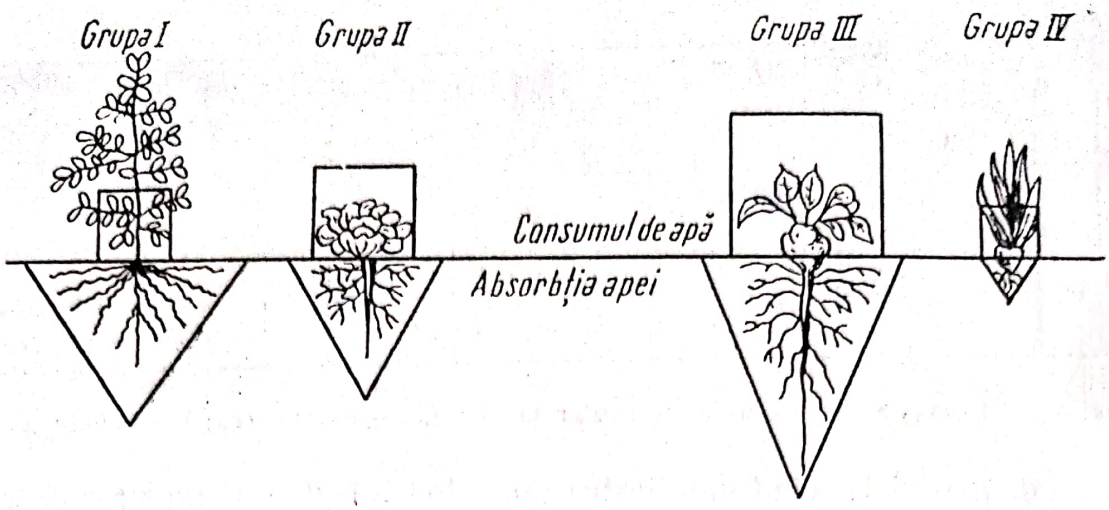


Fig. 14.2. Gruparea plantelor legumicole după consumul și capacitatea absorbție a apei.

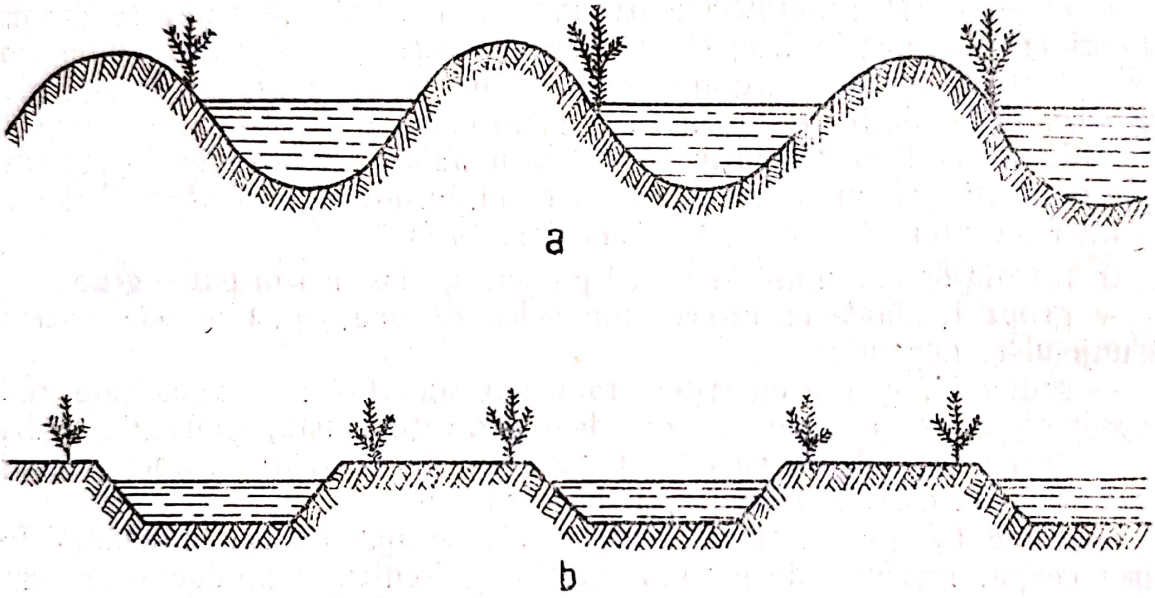


Fig. 14.3. Schema de principiu privind modelarea terenului :
a — prin biloane lungi ; *b* — prin straturi înălțate.

distanțate la 60—90 cm. La distanțe mai mari de 90 cm biloanele sînt practice numai pentru un număr redus de culturi (bostănoase) (fig. 14.4, 14.5, 14.6).

Lungimea și panta brazdei se stabilesc în același mod ca la culturile de cîmp. Debitul maxim neeroziv se calculează conform relației 7.10.

Irigarea prin aspersiune se aplică pe scară mai redusă și este proprie culturilor : ceapă pentru frunze, castraveți, varză, salată, ridichi etc. Evident aspersiunea se poate aplica și altor specii de legume. Spre deosebire de aspersiunea aplicată la culturile de cîmp, la cele legumicole intensitatea orară nu trebuie să depășească 6 mm/h.

Schemele de udare și de deplasare a conductelor sînt asemănătoare cu cele prezentate în capitolul 8.

Irigarea prin picurare pentru legumele plantate la desimi mici are un rol important în economia de apă și producție.

Scanned with OKEN Scanner

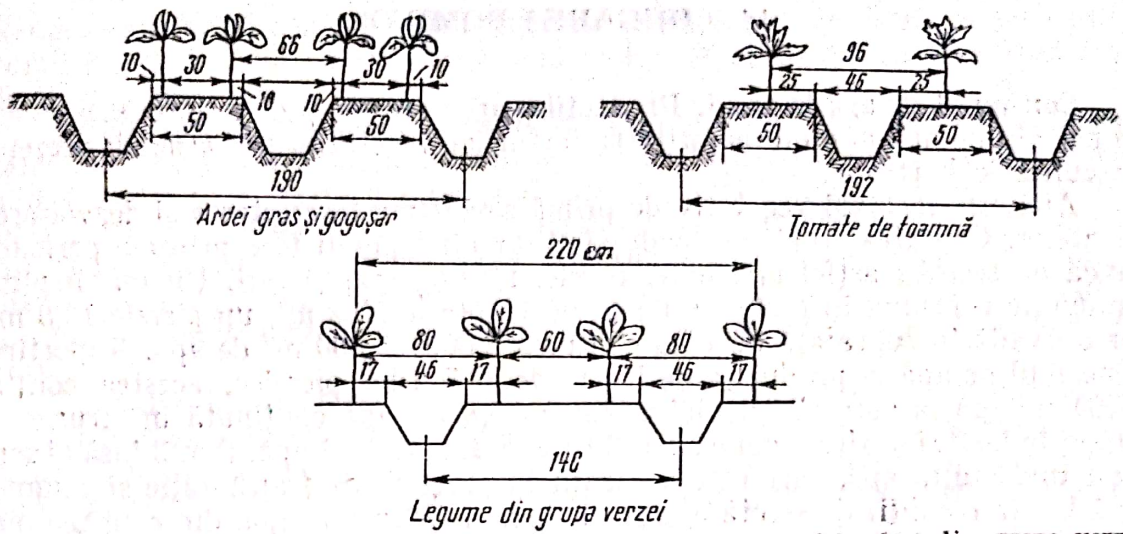


Fig. 14.4. Schema de modelare a terenului pentru ardei, tomate și legume din grupa verzei

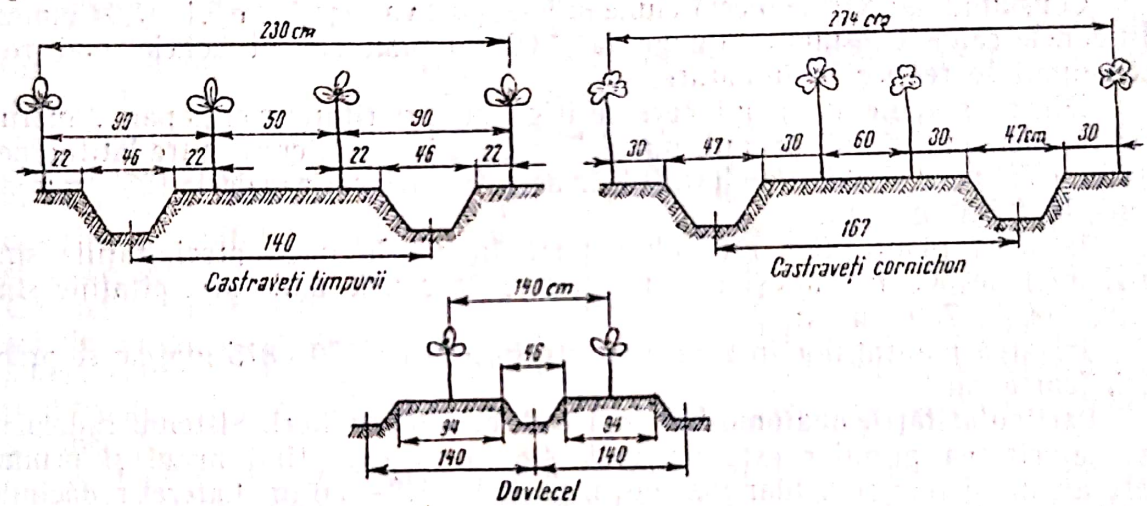


Fig. 14.5. Schema de modelare a terenului pentru castraveți și dovlecei

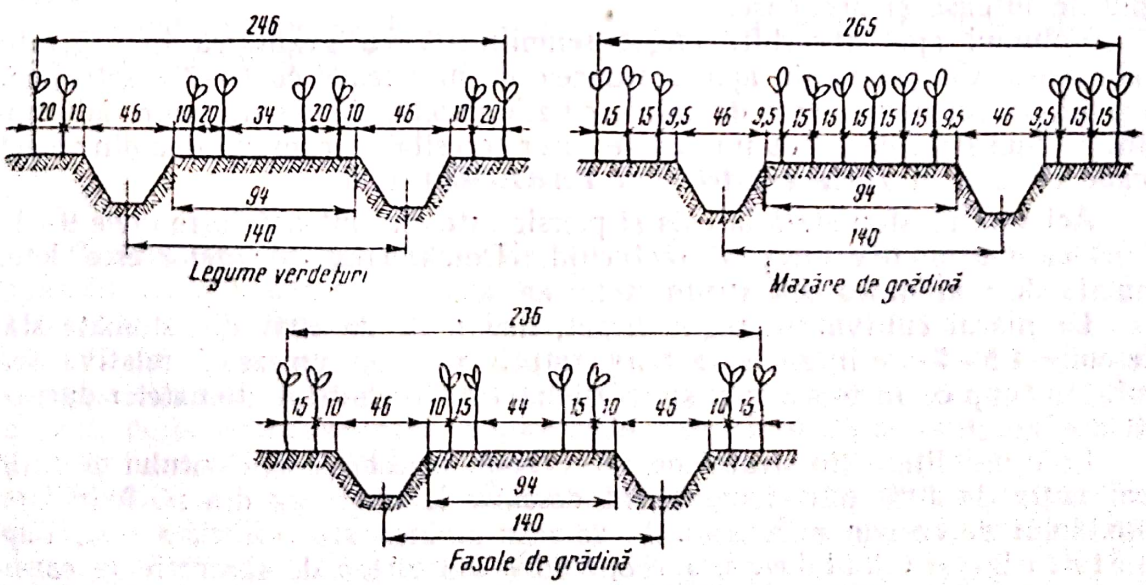


Fig. 14.6. Schema de modelare a terenului pentru legume, verdețuri, mazăre și fasole de grădină.

Scanned with OKEN Scanner

14.2. IRIGAREA POMILOR

Consumul de apă la pomi. Producții mari de fructe și de calitate superioară se pot obține numai cînd majoritatea factorilor vegetativi sînt armonic prezenți în culturile horticole.

Apa este factorul vegetativ de primă necesitate în creșterea și dezvoltarea plantelor. Calitatea fructelor scade simțitor cînd pomii trec printr-o perioadă lungă de secetă; astfel piersicile, perele, rămîn verzi și tari. Un măr în plină producție consumă în toată perioada de vegetație 20,2 m³, un piersic 13,5 m³, iar o livadă în suprafață de 1 ha consumă 3 000—5 000 m³ de apă. Raportînd consumul de apă la producția de fructe de 22,5 t/ha piersice, acestea conțin, 19,04 m³ apă la care să nu mai adăugăm 5,8 m³ apa conținută în frunze și 8,6 m³ în lăstari și alte organe; astfel totalizează 33,5 m³ apă. Pomii însă absorb mult mai multă apă, care este utilizată în procesul de transpirație și anume: pe 1 ha, în condiții de secetă ei absorb circa 4 480 m³ de apă, din care cea mai mare parte, 4 323 m³, este transpirată prin frunze.

Consumul de vîrf la meri în luna iulie-august variază între 5,1—7,04 mm/zi. În zonele calde consumul ajunge la 1 000 mm/an iar în zonele mai reci consumul se reduce la jumătate.

Dintre speciile de pomi care se irigă cu prioritate menționăm: mărul, caisul, piersicul, părul, prunul, nucul. Toate aceste specii cresc între latitudinea de 25 și 55° nord și sud. Precipitațiile în această zonă variază de la 125 mm/an pînă la 2 500 mm/an.

Irigarea plantațiilor este obligatorie în zonele unde precipitațiile sînt mai mici de 500 mm/an și este facultativă în zonele unde precipitațiile sînt între 500 și 750 mm/an.

Irigarea plantațiilor în zonele cu precipitații de 750—875 mm/an se practică foarte rar.

Particularitățile anatomo-fiziologice ale pomilor roditori. Sistemul radicular la majoritatea pomilor este profund, 4,8—9 m, exceptînd nucul și prunul care au un sistem radicular mai puțin profund, 1,8—3,6 m. Lateral rădăcinile întrec de 2—3 ori ramificația coroanei pe solurile nisipoase și de 1,5 ori pe solurile lutoase și argiloase.

Volumul apei absorbite crește semnificativ cu avansarea în vegetație, primăvara. Conținutul în apă la frunzele de măr scade cu 6—7% între orele 6 și 12, în zonele moderat de calde, cu zile uscate, chiar cînd toate rădăcinile sînt într-un strat de sol cu umiditate ușor accesibilă iar umiditatea din scoarță scade cu 3% în zilele uscate.

Activitatea stomatală la cais și piersic este mai intensă între orele 9—12, după care stomatele încep să se închidă. Deschiderea stomatelor este determinată de umiditatea din stratul activ de sol.

La mărul cultivat în regim irigat, mai mult de 40% din stomate stau deschise 4,5—7 ore în zilele cu temperatură mare și umezeală relativă scăzută, în timp ce în zonele reci și cu zile umede deschiderea stomatelor durează 10 ore pe zi.

La o umiditate (în stratul de sol) corespunzătoare coeficientului de ofilire mai puțin de 40% din stomate sînt deschise la orice oră din zi. Asimilarea bioxidului de carbon prin frunzele de măr la începutul ofilirii a fost, după Heinicke și Childers, aproape 80% din viteza de absorbție pe care o are mărul pe un sol bine umezit între orele 6 și 8 dar la ora 11, scade la 31%.

Scanned with OKEN Scanner

Reducerea transpirației atrage reducerea fotosintezei. Zahărul, în scoarță, la pomii neirigați a fost cu 10—15% mai mult, iar amidonul cu 25% mai puțin decît la pomii irigați.

Efectul apei asupra creșterii vegetative. La umiditate necorespunzătoare creșterea încetează. Cînd sucția solului a fost de 0,13 bari, creșterea vegetativă a fost, după J. E. Goode, de două ori mai mare decît la pomii menținuți la o sucție de 0,8 bari. La o sucție de 0,4 bari în stratul activ de 60 cm s-a realizat o viteză de creștere bună. Fluctuații diurne se observă chiar în diametrul trunchiului, creșterea acestuia fiind limitată la o forță de sucție de 0,7 bari. Creșterea rădăcinilor este redusă cînd sucția variază între 0,4—0,5 bari.

Calitatea fructelor este scăzută cînd pomii vegetează la o secetă intensă. Totuși fructele obținute de la pomii irigați sînt în general mai sărace în solide solubile și cu un conținut mai mare de apă decît fructele provenite de la pomii neirigați. Merele provenite din plantațiile irigate se păstrează foarte greu.

Metode de udare în livezi. Irigarea pomilor se realizează prin scurgere la suprafață pe brazde, aspersiune și picurare.

La irigarea prin brazde, tehnica este identică cu cea prezentată la culturile de cîmp, capitolul 7. Irigarea prin brazde se realizează ușor și cu efect pozitiv la o distanță între brazde de 0,9—1,2 m.

Irigarea prin aspersiune se execută în două variante: sub și peste nivelul coroanei. Ambele variante sînt bune, dar cea mai răspîndită este aspersiunea, peste nivelul coroanei. Irigarea prin picurare se aplică conform tehnologiei descrise la capitolul 9. Plafonul minim de udare se stabilește pe baza (*ETM*) și se completează cu menținerea umidității la o sucțiune de 0,3—0,4 bari; Cripps (1958) a recomandat ca udarea să se declanșeze cînd în stratul de sol de 30 cm forța de sucțiune este de 0,5—0,6 bari. Cockroft (1963) a folosit pentru stabilirea momentului udării piersicului metoda măsurării creșterii fructelor în circumferință la un interval de 3 zile și recomandă ca udarea să înceapă:

— cînd pe curba creșterii intense la 80% din fructe creșterea a încetat;

— cînd în prima parte a umplerii fructelor la 50% din fructe creșterea încetat;

— cînd în ultimele 4 săptămîni față de faza recoltării, 50% din fructe cresc cu mai puțin de 0,1 cm/zi.

14.3. IRIGAREA VIȚEI DE VIE

Cerința față de apă a viței de vie este determinată printre altele de aparatul foliar foarte bogat al acestei culturi. Un butuc din soiul Riesling cu 150—200 frunze consumă 1—1,5 l/zi apă la o temperatură a aerului de 24°C.

Cerința viței de vie pentru apă este dependentă de faza de vegetație și condiția climatică a lunii de vegetație. Cel mai mare consum de apă s-a înregistrat, de la fecundare pînă la începutul coacerii și de la începutul coacerii pînă la coacerea completă.

Studiile din țara noastră dovedesc că irigarea viței de vie trebuie practicată numai în cazul de secetă stringentă. Excesul de apă este mai dăunător decît lipsa de apă. Obligatoriu se irigă vița din pepinieră, viile din stepă, de pe dealurile aride și cele plantate pe nisipurile din sudul țării.

Scanned with OKEN Scanner

Norma de irigație ce se utilizează frecvent la noi în țară se calculează indirect după relația lui M. Motoc (1967):

$$DP = Ih_0 \cdot \Sigma t_0 - \Sigma P \qquad (14.1)$$

unde: DP — cantitatea totală de apă care trebuie aplicată în perioada de vegetație; Ih_0 — indicele hidrotermic; t_0 — temperatura medie lunară eficace; P — precipitațiile, în m³/ha, căzute în perioada mai—august.

Momentul aplicării udării viței de vie se determină în concordanță cu necesitatea pentru apă. În principiu, irigarea se efectuează primăvara înainte de pornirea în vegetație, dacă iarna a fost săracă în zăpadă și primăvara este secetoasă.

În perioada de vegetație momentele critice sînt la începutul dezmuguritului, imediat după înflorit și la intrarea strugurilor în pîrgă. Plafonul minim se stabilește în funcție de (ETM) și forța de sucțiune a solului. La 70% din (ETM), vița de vie în condiții aride dă producții mari și de calitate. Metoda de irigare specifică viței de vie este scurgerea la suprafață (brazde de udare) însă se practică cu succes și irigarea prin aspersiune. În prezent în unele țări se extinde cu mari șanse irigarea prin picurare. Experiențele efectuate în acest sens și la noi în țară scot în evidență marea economie de apă și producția de calitate ridicată care se obține.

Capitolul 15

OREZUL

15.1. GENERALITĂȚI DESPRE OREZ

Orezul alături de grîu și porumb este planta care ocupă suprafețe însemnate pe glob, circa 110 milioane ha. Cea mai mare suprafață cultivată cu orez se află în Asia, aproximativ 87 milioane ha (tabelul 15.1). Producția mondială medie de orez în perioada 1957—1961 a fost de 225 721 247 t. La realizarea acestei producții au contribuit, în procente, următoarele țări: R. P. Chineză 35,4; India 20,7; Japonia 6,8; Pakistanul 6,3; Indonezia 5,7; Tailanda 3,1; alte țări 22,0.

Orezul ocupă locul trei ca suprafață și ca producție după grîu și porumb. Planta este atît de veche în cultură, că nici pînă acum nu s-a stabilit precis locul ei de origine.

Dacă asupra originii părerile sînt împărțite, în ceea ce privește răspîndirea se crede că orezul din China a ajuns în India, Iran, Mesopotamia, Egipt și de aici în Grecia. Romanii au cunoscut orezul pe vremea lui August; turcii l-au adus în Balcani, iar maurii în Spania și din Spania în Italia de nord. În America de Nord orezul a fost introdus în secolul al XVII-lea, iar în Brazilia pe la anul 1745.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 15.1

Principalele țări cultivatoare de orez și producția medie la ha în perioada 1957—1961 (*U S D A*)

Țara	Suprafața (mii ha)	Producția medie (kg/ha)
R. P. Chineză	28 600	2 792
India	32 621	1 432
Pakistanul	9 200	1 486
Japonia	3 100	5 030
Indonezia	5 054	1 885
Tailanda	5 000	1 480
Brazilia	2 500	1 660

În țara noastră orezul se cultivă începînd cu anul 1786 (tabelul 15.2).

TABELUL 15.2

Suprafața afectată culturii orezului în România

Anul	Suprafața (mii ha)	Producția totală (mii tone)	Producția medie (kg/ha)
1934	0,4	1,0	2 560
1960	20,6	11,2	2 390
1965	18,7	45,8	2 450
1966	20,5	55,0	2 700
1971	27,5	66,5	2 420
1973	23,1	50,0	2 170

Datorită calităților alimentare destul de importante, orezul s-a răspîndit și se răspîndește în toate țările cu climat potrivit pentru cultura lui.

Se consumă sub diferite forme: pilaf, griș, crupe, făină, amidon, alcool. Paiele de orez se folosesc la fabricarea hîrtiei de calitate și la diferite împletituri superioare. Din făina de orez se extrage fitina, un produs foarte mult căutat în farmacii.

Proteinele, deși în cantitate mică (tabelul 15.3) față de grîu, au o valoare mare fiind foarte digestibile; 100 g de orez au o valoare nutritivă echivalentă cu 146 g pîine, 700 g lapte, 6—7 ouă, 314 g carne (tabelul 15.4).

TABELUL 15.3

Conținutul în substanțe chimice al boabelor de orez decorticat și nedecorticat (după S m i r n o v)

Felul orezului	Hidranți de carbon (%)	Proteine (%)	Grăsimi (%)	Celuloză (%)	Apă (%)	Cenușă (%)
Decorticat	75,2	7,7	0,4	2,2	14,0	0,5
Brut	74,1	6,1	2,0	4,2	12,6	1,2

Scanned with OKEN Scanner

TA BELUL 15.4

Valoarea nutritivă la 100 g din diferite alimente (după Voit şi König)

Alimentul	Digestibilitatea (g)	Valoarea nutritivă (unităţi amidon) (g)	Substanţe azotate (g)	Calorii
Orez	96,1	83,01	6,3	355
Pîine de grîu	94,4	56,34	6,33	234
Cartof	90,1	22,29	1,52	92
Mazăre	81,7	61,65	15,34	256
Carne de vacă	96,7	26,68	19,01	147
Ouă	94,3	24,27	12,19	159
Lapte	88,9	10,88	3,08	61

Prin decorticare se înlătură vitamina *B* a cărei carenţă produce boala cunoscută sub numele de beri-beri.

Datorită valorii alimentare mari orezul constituie o cultură în plină dezvoltare. Multe ţări, ca: Anglia, Belgia, R. F. Germania, Japonia îl importă în cantităţi însemnate.

15.2. DESCRIEREA PLANTEI

Orezul este o plantă ierboasă anuală din grupa cerealelor.

Rădăcina este fasciculată, bine dezvoltată superficial, pătrunzînd în sol pînă la 30—50 cm. Orezul are două feluri de rădăcini principale ce se disting uşor: unele de culoare galben-brun, flasce, care sînt străbătute de canale de aer, altele de culoare galben deschis, turgescente ce se formează în tot cursul perioadei de vegetaţie. Perii radiculari sînt slab dezvoltaţi. Sistemul radicular al orezului are mare putere de solubilizare.

K. Inanda a clasificat rădăcinile orezului după vîrstă de la clasa I la clasa a IV-a (vîrsta mai mare de 14 zile) stabilind corelaţii: între numărul de rădăcini şi stadiul de creştere al plantei, între conţinutul de substanţă uscată şi elementele minerale din rădăcini, între absorbţia elementelor nutritive şi vîrsta rădăcinii. Astfel, N_2 are maximum de absorbţie la rădăcinile din clasa I-II-a; K la clasa I-II-III-a, P_2O_5 la clasa I, II-III-a.

Procesul respirator al rădăcinilor creşte cu vîrsta, atingînd un maximum la 20 zile înainte de înspicare, după care descreşte repede. Activitatea oxidazică diferă. Citocrom *C* oxidaza prezintă valorile: frunză > peţiol > rădăcină; ascorbinoxidaza: frunză ≥ peţiol ≥ rădăcină; catalaza: frunză ≥ peţiol > rădăcină; peroxidaza: frunză > peţiol ≤ rădăcină. Majoritatea activităţii citocromoxidazei este localizată în mitocondrii în timp ce activitatea ascorbinoxidazei, catalazei şi peroxidazei în fracţiunile nemitocondriale.

Tulpina este un pai format din 5—7 noduri cu internodiile goale. Înălţimea variază de la 60—130 cm. Paiul este tare, bogat în silice, acoperit cu peri aspri şi uneori cu nodurile colorate. Înfrăţirea este puternică, 3—7 fraţi. O înfrăţire prea puternică este defavorabilă, întrucît fraţii ajung la maturitate cu întîrziere şi cu boabe mai puţine.

Scanned with OKEN Scanner

Frunzele sînt păroase și aspre la pipăit. Teaca îmbracă tulpina pe o mare porțiune. Frunzele au o poziție mai erectă sau mai nutantă, constituind un caracter specific soiului.

În limita dintre teacă și limb se găsește ligula cu cele două urechiuși ce înconjoară tulpina ca un inel. Ligula este despicată la vîrf. Urechiușele sînt verzi, violacee sau roz, culoarea lor constituind un caracter de soi.

Inflorescența este un panicul cu ramificații secundare și terțiare. Are o lungime de 12—13 cm (după soi și condiții de vegetație) cu un număr de 25—360 de boabe. Este nutant la maturitate. Spiculețele sînt înșiruite cîte 5—6 pe o ramură a paniculului. Fiecare spiculeț este format dintr-un ax de 1—5 cm, două glume mici aproape invizibile și o singură floare.

Floarea este învelită între cele două palee, este hermafrodită și spre deosebire de celelalte cereale are 6 stamine. Fecundația este mai mult autogamă.

Fructul este o cariopsă îmbrăcată, de formă elipsoidală. Paleele îmbracă bine bobul, sînt mari și tari acoperite cu peri rigizi ceea ce dă aspectul hirsut al bobului și sînt impregnate cu multă silice. Paleea superioară are pe suprafața ei patru proeminențe longitudinale, iar paleea inferioară două. Proeminențele paleelor se imprimă pe cariopsă, astfel că bobul decorticat prezintă niște șănțulețe longitudinale. Paleele au culori diferite și constituie un caracter de varietate; cea inferioară prezintă la varietățile aristate o aristă lungă pînă la 10 cm. Aristele au culori diferite ceea ce constituie un caracter de varietate.

Cariopsa sau grăuntele de orez este de formă oval comprimată la care în secțiune longitudinală distingem: pericarpul, endospermul și embrionul.

Pericarpul este format din mai multe straturi de celule. Stratul de sub cuticulă cuprinde pigmenți ce imprimă culoarea cariopsei care este de obicei albă sidefie roză sau roșie. Culoarea pericarpului este un caracter de varietate.

15.3. SISTEMATICA OREZULUI

Orezul face parte din familia *Graminacee*, subfamilia *Panicoide*, genul *Oryza*, tribul *Oryzee*.

Genul *Oryza* cuprinde mai multe specii dintre care una singură este cultivată — *Oryza sativa*. Specia *Oryza sativa* cuprinde la rîndul său numeroase subspecii dintre care mai importante sînt:

— *Oryza sativa subspecia brevis* sau orezul mărunt cu lungimea bobului de circa 4 mm;

— *Oryza sativa subspecia communis* sau orezul obișnuit cu lungimea bobului mai mare de 5 mm. În cultură predomină orezul obișnuit. Orezul mărunt este puțin răspîndit, cultivîndu-se numai în regiunile de veche cultură a orezului ca: India, Indochina, Filipine. Această subspecie prezintă puține varietăți și souri.

Subspecia *Oryza sativa communis* se împarte, după forma bobului și felul perozității paleelor, în două ramuri:

— *ramura indica*, cu bobul lung, subțire și îngust (raportul dintre lungimea-grosimea cariopsei 1:3—1:4) și paleele slab păroase (acoperite cu perișori scurți și subțiri);

Scanned with OKEN Scanner

— *ramura japonica* are bobul mai gros, mai scurt și mai rotunjit (raportul dintre grosime-lungime 1:1,5 — 1:2) și paleele părcase (acoperite cu perișori lungi și groși).

Soiurile cultivate în țara noastră și în toată zona temperată aparțin în majoritate ramurii japoneze care cuprinde un număr apreciabil de varietăți.

Însușirile morfologice pe baza cărora se deosebesc varietățile botanice ale subspeciei Oryza sativa communis, ramura japonica sînt următoarele:

Aspectul endospermului poate fi sticlos sau făinos. Endospermul sticlos complet sau parțial (cu pată albă) se colorează cu iod în albastru, la fiert boabele își păstrează forma și nu se transformă într-o masă cleioasă. Grupului de varietăți cu endospermul sticlos îi aparțin toate soiurile de orez utilizate în alimentația omului.

Endospermul mat, făinos se colorează cu iod în brun, la fiert boabele se transformă într-o masă omogenă cleioasă. Grupul de varietăți cu endospermul făinos este cunoscut sub numele de orez cleios și se întrebuințează ca cereală furajeră sau ca materie primă în industria spirtului.

Culoarea cariopsei depinde de pigmenții din stratul superficial al pericarpului; ea poate fi albă sidefie sau roșie brună; calitatea orezului este depreciată în cadrul culorii roși-brune. Prin prelucrare, boabele se șlefuiesc pînă dispare culoarea roșie, ceea ce reprezintă o însemnată pierdere din masa boabelor de orez.

Prezența aristelor este o însușire, în general, nedorită la soiurile de orez. Varietățile aristate sînt mai expuse la cădere, prin mărirea suprafeței expuse vîntului. Prezența aristelor determină de asemenea dificultăți la manevrarea și condiționarea semințelor. La orez se întîlnesc și forme intermediare la care același panicul cuprinde boabe aristate și nearistate.

Culoarea paleelor poate fi galbenă, brună sau roșie uniformă, pe toată paleea, sau pătată, sau cu dungi deschise, corespunzînd proeminențelor paleelor. Cele mai multe soiuri aparțin varietăților cu palee galbene și celor cu palee brune cu dungi deschise.

15.4. SOIURILE DE OREZ

Orezul este o plantă sensibilă la influența mediului înconjurător din care cauză prezintă un polimorfism foarte dezvoltat. Astfel numai în China și Japonia s-au putut identifica peste 1 400 tipuri și soiuri.

În ultimele trei decenii s-au introdus în țara noastră multe soiuri străine din U.R.S.S., Italia, R.P. Chineză, R.P. Bulgaria etc. În paralel s-au creat și soiuri românești valoroase.

Un soi bun de orez, pentru condițiile din țara noastră trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— perioadă de vegetație scurtă sau mijlocie (ca să ajungă în faza de înflorire și fecundare în jurul datei de 20.VII, la faza de formarea bobului în jurul datei de 20. VIII, iar la faza maturitate pînă, la 20.IX);
— rezistență la cădere;
— rezistență la scuturare;
— bună capacitate de înfrățire;
— nearistat;

Scanned with OKEN Scanner

— boabe omogene ca mărime și aspect ;
— procent cît mai mic de palee ;
— pată albă absentă sau cît mai mică ;
— cît mai bune însușiri culinare, exprimate în timp scurt de fierbere, să nu se facă terci, să se păstreze forma bobului după fierbere, să crească cît mai mult și să fie gustos.

Krasnodar 3 352 a fost creat la Stațiunea pentru cultura orezului din Kuban (Krasnodar) și a fost adus în țară în 1956. Este un soi precoce, rezistent la boli, la cădere și la scuturare. Reușește pe toate solurile din zona I și a II-a de cultură a orezului. Reacționează favorabil la fertilizarea organică și chimică precum și la semănatul timpuriu dînd producții de 5 000—7 000 kg/ha.

Krasnodar 424 a fost creat la Stațiunea experimentală Krasnodar, prin încrucișarea dintre soiurile Krasnodar 3 352 și Kendzo. Nu este încă bine consolidat din punct de vedere genetic, astfel că apar într-o proporție redusă panicule aristate din varietatea dichroua (soiul Kendzo). A fost adus în țară în anul 1960. Eeste un soi precoce cu înfrățire mijlocie, rezistent la cădere, scuturare și la bolile criptogamice. Reușește bine pe toate terenurile și în toate zonele de cultură ale orezului din țara noastră. S-a dovedit mai productiv ca soiul Krasnodar 3 352. Ambele soiuri aparțin varietății *Italica*.

15.5. CERINȚELE FAȚĂ DE MEDIUL ÎNCONJURĂTOR

Căldura. Pentru germinație, orezul are nevoie de o temperatură minimă de 11—13°C, optimă fiind 20—25°C. În faza de înfrățire cere ca temperatura aerului să fie de 15—18°, iar a apei de 20°C. Cînd temperatura apei scade sub 18°C apare pericolul opririi creșterii și înfrățirii. Fenomenul se semnalează în parcelă în jurul vanei de alimentare unde apa este mai rece decît în restul parcelei.

În faza înspicării și a înfloritului orezul are cele mai mari pretenții față de căldură, cerînd ca temperatura minimă a aerului să fie 18—21° iar optimă 28—30°. Dacă această fază critică pentru căldură coincide cu zilele friguroase ce survin de obicei în luna august cînd temperatura scade uneori cîteva zile sub 15°, majoritatea florilor rămîn sterile după cum s-a întîmplat în anul 1947 la 18 august cînd temperatura a scăzut la 10°C ; în anul 1948, la 20 august temperatura a scăzut la 9° iar în 1968, în zilele de 20—24 august, în Oltenia, temperatura a scăzut la 12,8°C. După înflorire cerințele orezului față de căldură scad treptat.

Totuși în timpul coacerii în lapte și în pîrgă temperatura nu trebuie să scadă sub 15—19°C. Dacă temperatura scade sub 15°C, procentul de boabe verzi crește foarte mult. Rezistența la frig în faza coacerii în lapte este condiționată de modul cum s-a desfășurat înfloritul și fecundarea. Dacă aceste faze au avut loc în condiții favorabile, rezistența la frig a orezului în timpul coacerii în lapte este mai mare. Pe toată perioada de vegetație orezul cere o temperatură medie a aerului de 16—17°C. La temperatura apei de 35° sau la temperatura aerului de 40° plantele de orez se ofilesc și chiar pier. Transpirația abundentă a plantelor și evaporația intensă a apei din cauza temperaturii ridicate determină o frecvență scăzută a temperaturii critice. Apa de irigație este considerată în unele cercetări ca termoregulator cu ajutorul căreia plantele de orez sînt ferite de efectele defavorabile ale

Scanned with OKEN Scanner

temperaturii prea ridicate. N. S. Goriunov (1967) arată că schimbarea repetată a apei nu ridică producția ci numai norma de irigare. Temperatura apei nu a scăzut, din contră a crescut, deoarece apa furnizată a avut o temperatură mai ridicată decît stratul de apă din parcelă.

Apa trebuie schimbată numai cînd temperatura aerului depășește 40°C.

Senewiratne și Miknelsen (1961) au demonstrat că diferențele de creștere între orezul inundat și neinundat s-ar datora diferențelor în metabolismul auxinei. Ei au constatat că plantele crescute fără inundare au o activitate catalazică scăzută și o activitate peroxidazică ridicată care accelerează degradarea auxinei. Sînt de părere că procentul mare de mangan în plantele cultivate fără inundare afectează mecanismul oxidazei indolacetice avînd ca rezultat o întîrziere a creșterii și o scădere a producției de boabe.

Zonarea culturii orezului în R. S România în funcție de temperatură. Dacă se însumează temperaturile medii zilnice din zona cea mai călduroasă a țării în perioada de la 1.V (data însămînțării orezului) pînă la 30. IX (data coacerii orezului) rezultă 2 000—3 000°C. Aceste cifre indică potențialul termic maxim pe care-l oferă clima țării noastre pentru cultura orezului.

Dacă se ține seama că unii ani sînt mai reci, cu temperaturi în luna august sub 14°, rezultă că nu se pot cultiva în țara noastră decît soiuri care au constanta termică de cel mult 3 000°C.

Aria de răspîndire a orezului în R. S. România coincide cu aria de răspîndire a porumbului, dar producții rentabile se pot obține numai în sudul țării.

În funcție de soiul și cerințele plantei s-au stabilit trei zone de cultură separate prin izotermele de vară de 22°; 21° și 20°C.

Zona I sau zona foarte favorabilă este reprezentată de o fîșie de teren lată de 30—40 km de-a lungul Dunării cuprinzînd partea sudică a Olteniei și Munteniei, precum și zona bălților Ialomiței și Brăila. Această zonă are o altitudine de pînă la 100 m și temperatura medie a lunilor de vară de peste 22° însumînd în perioada de vegetație a orezului 3 200°C. Este zona în care se pot cultiva și soiurile mai tardive.

Zona a II-a sau zona favorabilă cuprinde o fîșie de teren situată la nordul zonei I adică o porțiune redusă în regiunea Oltenia, aproape toată partea de sud a Munteniei pînă la Galați; mai cuprinde și partea de vest a Banatului. Linia de despărțire între zona I și zona a II-a este izoterma de 22°C.

Zona a II-a are o altitudine de 100—150 m și temperatura medie a lunilor de vară de 21—22°C însumînd 2 800°C. Este zona în care se pot cultiva soiurile precoce, ca: Krasnodar 3 352, și Krasnodar 424.

Zona a III-a sau zona puțin favorabilă, cu producții nesigure, cuprinde o fîșie de teren mai lată, care se întinde în vestul țării în Crișana și Banat, pînă la limita dealurilor, apoi o porțiune în Oltenia, la nordul zonei a II-a, sudul județului Argeș, mijlocul județului Prahova, o parte din județele Bacău și Iași.

Umiditatea. Orezul se deosebește mult de toate celelalte plante cultivate prin cerințe foarte mari față de umiditate fără să fie însă o plantă acvatică. În faza de încolțire orezul are aceleași cerințe de umezeală, aer și căldură ca și restul plantelor cultivate. Solul trebuie menținut în stare umedă — fără să fie acoperit cu strat de apă, pentru a permite orezului să emită mai întîi radicula și apoi plumula.

Scanned with OKEN Scanner

Orezul se deosebeşte de restul plantelor cultivate şi prin faptul că poate să încolţească şi sub strat de apă. În acest caz orezul emite mai întîi plumula şi mai tîrziu radicula. Cu cît stratul de apă este mai gros, cu atît accesul aerului la seminţele în curs de încolţire este mai redus şi deci condiţiile de încolţire mai grele. Dacă apa ce acoperă seminţele nu este prea caldă şi are un conţinut mai mare de oxigen, efectul dăunător al stratului gros de apă este mai mic, seminţele putînd încolţi într-un procent mai ridicat.

Cînd stratul de apă este gros şi temperatura apei ridicată apare plumula etiolată, iar radicula nu se mai formează. Sămînţa încolţită piere. La pieirea orezului în timpul răsăritului contribuie şi prezenţa hidrogenului sulfurat, ce se formează în urma descompunerilor organice sub apă.

La faza de plăntuţă adică de la răsărire pînă la începutul înfrăţitului (apariţia primelor frunze ale viitoarelor tulpini secundare) orezul se diferenţiază de celelalte plante cultivate prin aceea că poate vegeta şi la o cantitate mai mare de apă.

Dacă stratul de apă este prea gros, acoperind frunzele, are loc (mai ales cînd apa este prea caldă, săracă în oxigen) pieirea frunzelor şi chiar a plantei în întregime.

Frunzele de orez în condiţiile submerse se lungesc foarte mult pentru a ieşi deasupra apei. Alungirea frunzelor se face pe seama tecii care se lungeşte de 2—3 ori mai mult decît în condiţii emerse.

În faza înfrăţitului, pentru stimularea rădăcinilor adventive cît şi pentru a feri nodul de înfrăţire de efectul nociv al razelor solare, orezul cere un strat de apă la suprafaţa solului. În acelaşi timp planta are nevoie la nivelul nodului de înfrăţire de mult oxigen pentru stimularea procesului de înfrăţire. Pentru a satisface cele două cerinţe antagonice se recurge la un compromis şi anume la menţinerea unui strat foarte subţire de apă de 3—5 cm. Dacă stratul de apă este mai gros, se micşorează capacitatea de înfrăţire cu repercusiuni asupra producţiei. Influenţa dăunătoare a stratului gros de apă în timpul înfrăţitului este diminuată în parte prin aplicarea fertilizanţilor cu azot.

În faza împăierii orezul are nevoie de strat de apă care trebuie să crească pe măsură ce plantele se alungesc. În faza de înspicare-înflorire, stratul de apă trebuie să aibă cea mai mare grosime deoarece este faza critică pentru căldură.

În faza formării bobului şi a coacerii în lapte este nevoie de strat de apă. Evacuarea apei în aceste faze conduce după unele observaţii, la obţinerea unui procent ridicat de boabe seci.

În faza coacerii în pîrgă nevoia de apă scade foarte mult, (nemaifiind necesar stratul de apă) iar în faza coacerii depline terenul trebuie să fie uscat pentru a se putea face recoltarea.

Studiile recente ale lui Moolani (1967) demonstrează că la orezul cultivat în regim neirigat, la 249 mm precipitaţii în perioada de vegetaţie, fenomenul de cădere şi atacul de Sclerotinia oryze a fost neglijabil, în timp ce pe toate parcelele irigate la capacitatea de cîmp sau prin submersie, căderea şi atacul a fost foarte puternic. Orezul irigat la (*C*) comparat cu cel irigat prin submersie sub aspectul productivităţii nu s-a situat inferior; mai mult masa a 1 000 de boabe a fost semnificativ mai mare la orezul irigat la (*C*). Polimorfismul foarte dezvoltat al acestei plante determină o mare adaptabilitate la condiţiile de mediu şi deci şi cultura lui la regimuri de irigare diferite.

Scanned with OKEN Scanner

Lumina. Orezul este o plantă sudică de zi scurtă. Cu cît cultura se face mai la nord, adică în condiții de zi mai lungă, perioada de vegetație se lungește și cerințele de lumină sînt mai mari. Nevoia de lumină se exprimă în ore de strălucire a soarelui, adică în ore de luminozitate. Orezul, în condițiile de zi lungă din țara noastră, are nevoie de minimum 1 000 ore de strălucire a soarelui.

În anii normali, în cursul vegetației orezului se realizează în condițiile de la noi peste 1 900—2 000 ore de strălucire a soarelui ceea ce arată că din acest punct de vedere orezul găsește condiții favorabile.

Mișcările aerului. Vînturile reci creează stări de predispoziție favorabilă bolilor criptogamice. Un vînt rece în perioada înfloritului împiedică polenizarea și producția scade cu cel puțin 30%. Vînturile puternice pot provoca valuri de apă care îngrămădesc semințele în colțurile parcelelor sau desrădăcinează orezul. Căderea orezului din cauza vînturilor este un fenomen frecvent.

Solul. Ca orice cultură agricolă orezul necesită un sol fertil. El reacționează favorabil cînd solul este bogat în elemente nutritive. Excesul de azot este însă dăunător, căci favorizează dezvoltarea vegetativă în dauna fructificației, expunînd plantele la cădere și la boli. Solurile lutoase, luto-argiloase, argilo-lutoase sînt cele mai favorabile culturii orezului.

În solurile din orezării, permeabilitatea are tendința să se micșoreze datorită acțiunii apei asupra agregatelor de sol și uneori datorită sporirii conținutului de sodiu schimbabil.

Orezul, deși suportă o mare variație a pH-ului, preferă o reacție slab acidă. Frecvent, solurile din orezărie capătă o reacție acidă (pH 5,5—6,5) care cu timpul se poate accentua. Pe solurile cu aport freatic reacția solului poate deveni alcalină datorită sărurilor conținute în apa freatică și în special a carbonatului de sodiu. Reacția alcalină este nocivă pentru orez mai ales în primele faze de vegetație. Fără să fie o plantă rezistentă la o concentrație mai mare în săruri, orezul poate fi cultivat pe solurile salinizate datorită diluării soluției solului cu ajutorul apei de irigație.

Limita de toleranță a orezului la conținutul în săruri nu este prea mare și depinde de felul sărurilor. Orezul nu poate germina dacă solul conține mai mult de 0,1% carbonat de sodiu sau mai mult de 0,2% clorură de sodiu. La un conținut de 0,75% sulfat de sodiu germinația boabelor este normală.

Ținînd seama de cerințele orezului față de sol și condițiile speciale pe care trebuie să le îndeplinească solul de orezărie, se ajunge la concluzia că cele mai potrivite sînt solurile aluviale grele și mijlocii precum și lăcoviștele nesalinizate sau ușor salinizate.

Este rațional ca orezul să fie cultivat mai ales pe soluri cu fertilitate scăzută. Din acest punct de vedere înființarea orezăriilor pe cernoziomuri aflate într-o stare bună de fertilitate reprezintă o risipă nejustificată a fondului funciar.

15.6. AMENAJAREA OREZĂRIILOR

În funcție de regimul de irigație adoptat, submersie continuă sau periodică, se proiectează tipul de amenajare a orezăriilor.

Pentru organizarea și funcționarea unei orezării este absolut necesar ca lucrările de îmbunătățiri funciare să premeargă înființării orezăriei.

Scanned with OKEN Scanner

15.6.1. CONDIȚIILE PE CARE TREBUIE SĂ LE INDEPLINEASCĂ TERENUL PENTRU OREZĂRIE

Terenul unei amenajări cu orezărie trebuie să întrunească o serie de condiții care să garanteze eficiență economică ridicată și să se găsească situat în cuprinsul zonei foarte favorabile și favorabile. În aceste zone eficiența culturii orezului este foarte ridicată și de aceea în planul de extindere a acestei culturi, noile amenajări se realizează numai în aceste zone.

Terenul să fie amplasat în apropierea surselor de apă cu debite suficiente, pentru a satisface consumul de apă în perioada de vîrf. Un ha de orez are nevoie în cursul perioadei de vegetație să fie alimentat cu un debit neîntrerupt de 2,5 — 4 l/s.

Terenul să fie cît mai plan pentru a se ușura munca de nivelare. Panta generală nu trebuie să depășească 0,004 —0,005. La această pantă și la o lățime a parcelelor de 50 —60 m, este nevoie să se decoperteze un strat de sol de 20 — 25 cm ;

Viteza de infiltrație (v_f) a apei în sol să fie de cel mult 5 — 7 mm/oră, pierderile de apă prin infiltrație să nu depășească 1 —2 l/s/ha.

Condițiile enumerate sînt îndeplinite de terenurile din depresiunile largi, situate în incintele îndiguite din lunca Dunării unde de fapt sînt concentrate cele mai mari amenajări de cultură a orezului.

15.6.2. ORGANIZAREA TERENULUI

Sistemul de irigație pentru cultura orezului este alcătuit dintr-o rețea de canale de alimentare, 3 —7 tarlale de orezărie sau mai multe, în funcție de mărimea sistemului, o rețea de canale de evacuare, diferite construcții hidrotehnice și drumuri de exploatare.

Orezăriile mari sînt alcătuite din mai multe trupuri sau sectoare de orezărie, fiecare avînd 3 —7 tarlale, canale de alimentare, canale de evacuare și drumuri de exploatare.

Tarlaua de orezărie. Corespunde în sistemele de irigație pentru culturile de cîmp, cu sectorul de irigație și are o suprafață de cel mult 15 —30 ha. Are o lățime de 100 —200 m și o lungime de minimum 400 m pentru a permite executarea în bune condițiuni a lucrărilor agricole cu mijloace mecanizate în lungul tarlalei.

Fiecare tarla se împarte în mai multe suprafețe dreptunghiulare denumite parcele de orezărie avînd latura lungă perpendiculară pe lungimea tarlalei (fig. 15.1).

Suprafața unei parcele variază în funcție de condițiile locale ; frecvent este de 0,5 ha, cu o lățime de 50 —100 m și o lungime de 100 —200 m. În mod obișnuit parcela are suprafața de 1 ha cu dimensiuni de 80/125 m sau 50/200 m. Parcelele mai mici de 0,5 ha se execută fie pe terenuri mai frămîntate, fie ca răsadniță pentru orezăriile unde orezul se va cultiva prin transplantare.

Se preferă parcele mai mari și cu dimensiunile laturilor cît mai apropiate pentru a se micșora pierderile din suprafață (tabelul 15.5).

Tarlaua se mărginește pe o parte, pe toată lungimea, cu canalul de alimentare de ultim ordin (canalul de distribuție a apei în parcele) iar pe partea cealaltă cu canalul de evacuare (fig. 15.1).

Scanned with OKEN Scanner

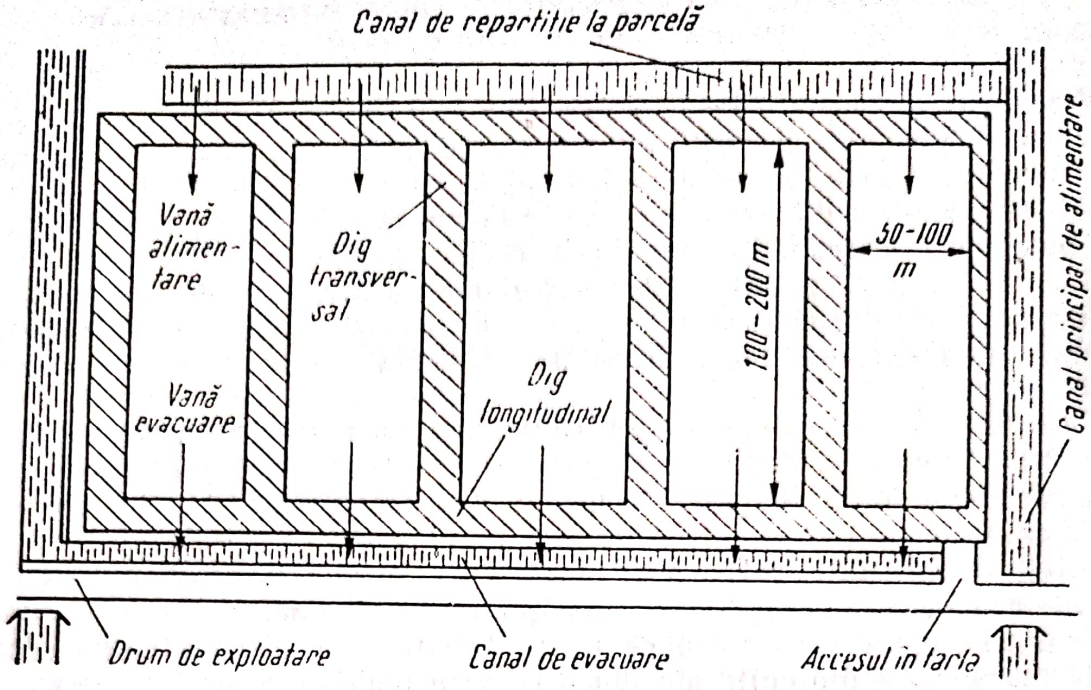


Fig. 15.1. Tarla de irigație în orezărie.

TABELUL 15.5

Pierderile de suprafață agricolă, în procente din suprafața amenajată, la diferite mărimi de parcele și la diferite raporturi între laturi (I. L u c a)

Suprafața parcelei	Raport între laturi		
	1/1	1/4	1/6
4 ha	1,0%	1,2%	1,4%
1 ha	2,0%	2,5%	2,9%
0,1 ha	0,3%	7,9%	9,1%

Pe laturile lungi ale tarlalei adică în lungul celor două canale și în sensul liniei de cea mai mare pantă, se construiesc diguleţe longitudinale. Ele se execută din terasamentele rezultate la săparea canalelor de evacuare și de la nivelarea parcelelor la următoarele dimensiuni : înălțimea de 0,4—0,5 m, lățimea coronamentului de 0,3—0,5 m și înclinarea taluzurilor de 1/1.

Limitarea parcelelor în lungul șirului de parcele se face prin diguleţe transversale, ce variază și depind de panta terenului. Ele sînt amplasate pe direcția curbelor de nivel pe latura lungă a parcelei, perpendiculare pe canalul de alimentare și pe cel de evacuare al tarlalei.

Diguleţele transversale se execută concomitent cu nivelarea parcelelor avînd următoarele dimensiuni : înălțimea de 0,3—0,4 m, lățimea coronamentului de 0,3 m și înclinarea taluzurilor de 1/3 pînă la 1/4 pentru a face posibilă trecerea mașinilor în timpul lucrărilor agricole.

Datorită înclinării mici a taluzurilor aceste diguleţe transversale sînt provizorii, executîndu-se înainte de însămînțarea orezului odată cu nivelarea te-

Scanned with OKEN Scanner

renului și distrugîndu-se toamna cu ocazia arăturii. În Italia se folosesc în locul digulețelor transversale, folii de material plastic, fixate în poziție verticală, cu ajutorul unor țăruși.

Întrucît digulețele longitudinale și transversale mărginesc parcelele pe toate laturile dînd posibilitatea menținerii în parcelă a unui strat de apă se numesc *diguleţe de compartimentare*. Pe latura unde se află canalele de alimentare rambleul acestuia înlocuiește de obicei digulețul longitudinal.

Odată cu materializarea conturului parcelelor prin digulețele de compartimentare se execută și nivelarea în fiecare parcelă. Precizia nivelării capitale este de ±5 cm. În fiecare an, înainte de semănatul orezului se face o nivelare de exploatare.

15.6.3. AMENAJAREA ANUALĂ A OREZĂRIEI

În cursul exploatării unei orezării se pot ivi deranjamente la diferite elemente componente ale amenajării, deranjamente care frînează buna funcționare a lucrărilor de întreținere a culturii. Cele mai frecvente deranjamente inerente funcționării sînt: denivelările din parcele datorită arăturilor, împotmolirea canalelor rețelei de alimentare cît și deranjamente din cauza lucrărilor necorespunzătoare la amenajarea terenului.

Pentru determinarea practică a denivelărilor din parcele. apărute în timpul exploatării orezăriei se cunosc mai multe metode. Una din cele mai simple se bazează pe profilul apei care în stare de echilibru static are suprafața perfect orizontală și poate constitui un plan de comparație la stabilirea nivelului diferitelor puncte din parcelă. Procedeul de lucru în cadrul acestei metode în parcelele denivelate cere să se aplice un caroiaj de 10/10 m cu țăruși lungi de 50 — 60 cm. Apoi se introduce apa în parcelă, așa încît să acopere ca o pătură de 4 — 5 cm grosime chiar și cele mai înalte puncte din parcelă. După aceea apa se oprește, se lasă să se liniștească circa o oră, apoi — cu 2—4 observatori, însă cît mai repede — se determină și notează adîncimea apei lîngă fiecare țăruș, notîndu-se pe țăruși nivelul apei, adică al planului de comparație. Această operație se cere să fie făcută în circa 30 minute.

Pentru valorificarea măsurătorilor făcute, se atribuie planului de comparație al apei cota 1,00 m. Din această cotă se scade adîncimea apei citită la fiecare țăruș obținîndu-se o cotă exprimată prin zero urmat de două zecimale. Din cotele astfel determinate se va calcula o cotă medie a parcelei. Scăzînd din cota 1,00 (planul de comparație) cota medie calculată care este cotă de renivelare, se obține o diferență care trebuie marcată pe fiecare țăruș la semnul anterior pentru urmărirea nivelului apei (planul de comparație). Noul semn făcut pe țăruș reprezintă punctul pînă la care trebuie umplut sau săpat terenul pentru a se obține o suprafață cît mai plană a terenului orezăriei.

Metoda este simplă și nu cere utilaj și pregătire specială. Are însă neajunsul că trebuie adusă apa în parcelă ceea ce face să se lucreze numai după uscarea terenului. O altă variantă a metodei constă în aceea că pe parcelele în care apa nu se distribuie uniform din cauza denivelării, încă din timpul înfloritului orezului se fac observații și se materializează prin baterea de țăruși în marginea parcelei. Țărușii se bat pînă la nivelul apei. După recoltare și arătură de toamnă se completează țărușarea cu ajutorul unei sîrme de

Scanned with OKEN Scanner

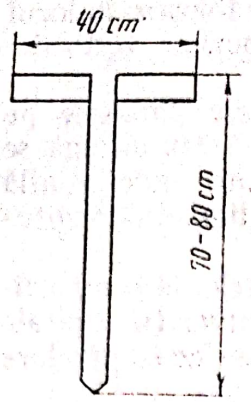


Fig. 15.2. Teu de nivelare.

oțel cu diametru de 0,5—0,7 mm prin baterea — pe aliniamentul sîrmei — de țăruși la interval de 10 m și la nivelimentul indicat de țărușii marginali.

Sîrma se întinde bine pe capetele țărușilor, se aliniază țărușii interiori și se marchează pe ei cota planului de comparație.

După aceasta, operația de nivelare este asemănătoare cu metoda în care nivelul apei are nivelul planului de comparație.

Pe lîngă denivelările survenite pe suprafața parcelei mai sînt și denivelările de pe canalele mici datorită tasării și depunerii materialului aluvionar, care pot modifica total profilul longitudinal, secțiunile utile și ca urmare regimul de curgere.

Cel mai sigur mijloc de supraveghere — fără utilaj special — constă în a bate pentru fiecare sută de metri, în axul canalelor, cîte un țăruș de lemn de esență tare, al cărui capăt superior să fie la cota fixată în proiect pentru fundul canalului din acel punct. Țărușii se fixează chiar de la executarea (săparea) canalului.

Pentru observarea denivelărilor, pe lîngă aceste puncte de reper mai este nevoie de cîteva teuri sau cruci de nivel.

Pentru executarea nivelării se folosesc trei teuri, 2 țăruși reperi de fund vecini și un al treilea la mijloc (fig. 15.2). Prin vize repetate se obține o linie paralelă cu profilul proiectat al canalului. În punctul observat denivelat se fac umpluturi.

Pe lîngă denivelarea parcelelor și a canalelor se întîlnesc deranjamente în amenajare și la lucrări de artă: vanete, podețe etc.

15.6.4. REȚEAUA CANALELOR DE ALIMENTARE

Canale de alimentare sînt de diferite ordine (I, II, III) și se denumesc *principale*, *secundare* și *terțiare*. Cele terțiare, numite și canale de repartiție, alimentează parcelele de orezărie prin vanete.

Canalele de evacuare au rolul să evacueze apa de la suprafață pentru primenirea ei în parcele, să evacueze surplusul apei provenit din precipitații și să dea posibilitatea golirii parcelelor în timpul „uscărilor".

În cazul cînd orezăria este amenajată pe un teren cu apă freatică aproape de suprafață (caz frecvent în amenajările noi) rețeaua de evacuare trebuie să îndeplinească și funcția de desecare (drenaj) a terenului pentru preîntîmpinarea pericolului salinizării sau a înmlăștinării solului datorită ridicării nivelului apei freatice la suprafața solului.

Rețeaua de evacuare — desecare se compune din canale colectoare de diferite mărimi executate în debleu.

Scanned with OKEN Scanner

15.6.5. OREZĂRIA DE TIP ITALIAN

Este important de cunoscut amenajările ce se execută în Italia, în scopul exclusiv al ameliorării solurilor, care cuprinde:

Rețeaua de drenaj-evacuare. Acțiunea canalelor de drenaj-evacuare, pe terenurile cu exces de umiditate și de săruri, nu se limitează numai la o evacuare corespunzătoare a apelor de suprafață, ci și la îndepărtarea tuturor compușilor nocivi pentru plante, contribuind în același timp la aerisirea satisfăcătoare a solului.

Rețeaua de drenaj-evacuare este formată din două sisteme distincte. Sistemul de ansamblu are drept obiectiv scăderea pînzei freatice pe întregul teritoriu sub o anumită adîncime: 1—1,3 m. Prin menținerea apei freatice în canale la adîncimea de 1—1,3 m se realizează și se supraveghează nivelu dorit al apei freatice pe tot teritoriul amenajării. Adîncimea și distanța dintre canale se calculează față de un nivel hidrostatic de bază, după care se dimensionează toate elementele hidrotehnice și hidroameliorative ale sistemului.

În interiorul sistemului de ansamblu există o rețea de regularizare de cîmp care are ca scop crearea unui strat de sol spălat de săruri și substanțe reduse, bine aerisit, pe o adîncime constantă corespunzătoare normei de desecare. Majoritatea specialiștilor susțin că norma de desecare nu trebuie să fie inferioară adîncimii de 0,80—1,00. Alții consideră această adîncime bună pentru cereale dar necorespunzătoare pentru alte plante. Rețeaua este suplimentată cu canale deschise situate în interiorul parcelelor, adînci de 0,8—1,00 m și dispuse la 30—32 m distanță, îndesite cu rigole adînci de 0,30 m care pot asigura spălarea, evacuarea și uscarea rapidă a parcelelor.

Calculul secțiunii și adîncimii canalelor de drenaj-evacuare se face în funcție de debitul de evacuare și de însușirile solului avîndu-se în vedere în permanență limita pe care o cere cota de bază zero.

Digurile și digulețele din orezărie. La digurile perimetrale ca și la unele diguri de compartimentare, la digulețele dintre parcele precum și la cele ce mărginesc drumurile, constituite din pămînt cu textură grosieră, se folosesc adesea ecrane pentru combaterea infiltrației atît în scopuri ameliorative cît și pentru asigurarea economiei de apă. Lățimea unui ecran variază între 0,60 și 1,00 m iar adîncimea ajunge la 1,00—1,50 m sau pînă la stratul argilos. Ca material de impermeabilizare se folosește turba* uscată și pulverizată iar uneori argila. Digurile și digulețele au o importanță deosebită, deoarece ele delimitează nu numai parcelele de orezărie dar asigură și trecerea mijloacelor de transport. Se construiesc cu ajutorul mașinilor terasiere care transportă sol cu textură mai fină din puncte precis determinate în cadrul parcelei.

Digurile de centură sînt late de 4 m și înălțimea față de nivelul parcelei de orezărie este cu 0,70—0,90 m mai mare. Digulețele de compartimentare au aceeași înălțime dar la bază au o lățime de 1—2 m. Digurile perimetrale trebuie să fie masive și rezistente deoarece în corpul lor se execută canale de irigație, de evacuare și drumuri. O parte dintre ele sînt plantate cu perdele de plopi pentru protecția culturii orezului contra vîntului.

---

* este un sol organic care devine impermeabil după saturarea cu apă, menținîndu-se în această stare un număr mare de ani.

Scanned with OKEN Scanner

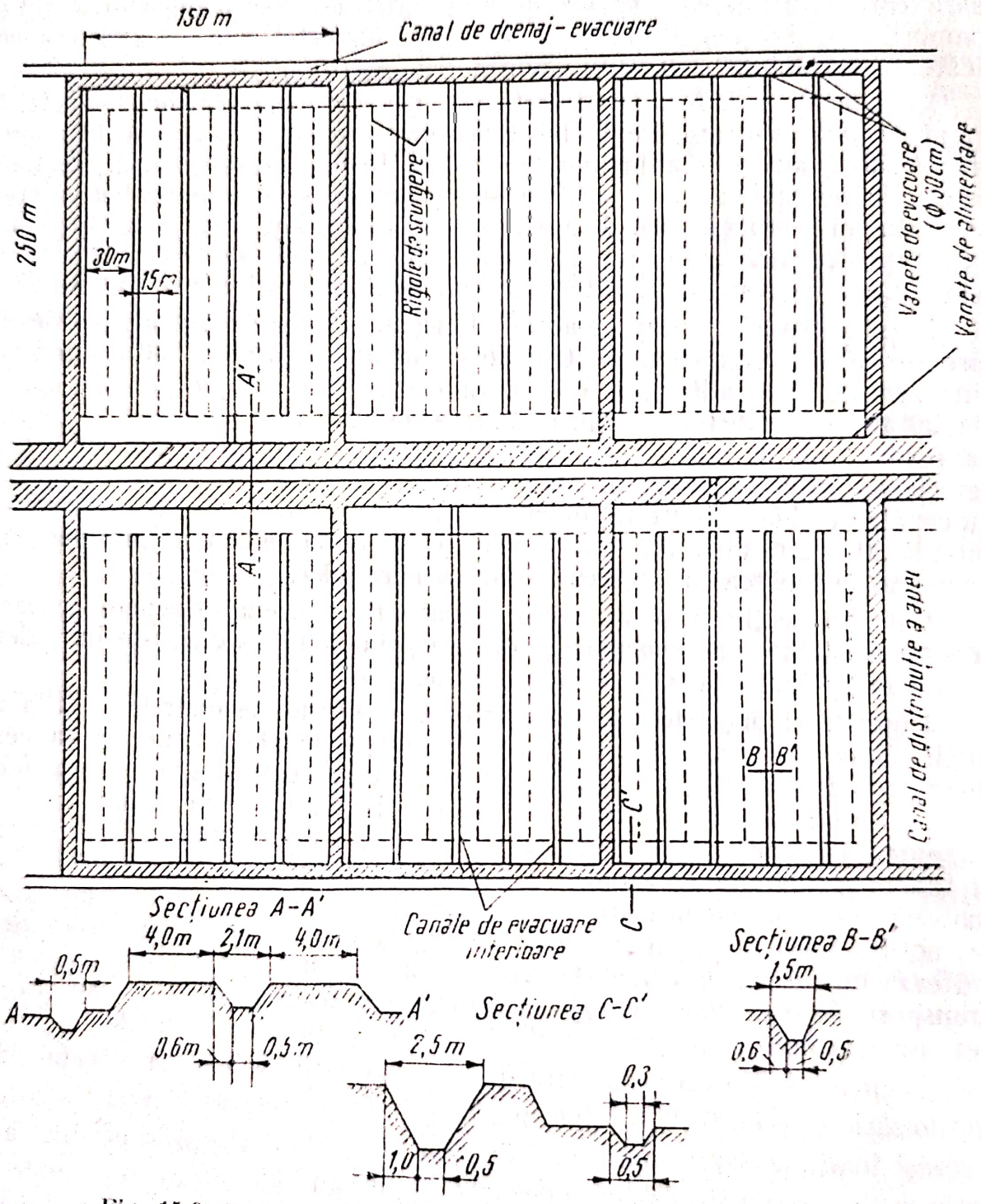


Fig. 15.3. Sector de orezărie amenajat după tipul ferrarez.

Scanned with OKEN Scanner

Vanetele de alimentare și cele de evacuare sînt formate din tuburi de plastic sau de ciment protejate de pereuri cu dale și prevăzute cu obloane pentru reglarea stratului de apă din parcele.

Rețeaua de alimentare. Toate orezăriile de tip ferrarez fac parte din planul de amenajare integrală pentru desecare și irigație, acestea fiind racordate la rețeaua principală de alimentare cu apă din care se ramifică canale de distribuție secundare și uneori terțiare.

Sînt cazuri cînd prin intermediul unei rețele ajutătoare se ia apa direct de la canalul principal folosind „construcții de priză".

Canalele de distribuție din cadrul orezăriei sînt construite în semidebleu sau semirambleu pe digurile din amonte ale parcelelor. În acest fel infiltrația este redusă la minim. Alimentarea se face de cele mai multe ori prin ridicarea controlată a nivelului apei în canalul respectiv.

Amenajarea de tip ferrarez prezintă o sinteză a realizărilor din Italia cît și a celor obținute de cercetarea științifică de peste hotare. Pe teren se aplică mai multe variante ale acestei amenajări determinate de condițiile de pantă, grad de nivelare, sărăturare etc. Astfel, mărimea unui sector orizicol este corelată cu suprafața parcelelor și este întotdeauna de formă dreptunghiulară. Lățimea lui nu este mai mică de 200—250 m în timp ce lungimea poate fi foarte diferită (80—150—200 m). Mărimea parcelelor în terenurile plane este de 7—8 ha dar majoritatea orezăriilor au parcele cu suprafețe de 3—4 ha. Această mărime a parcelei nu impune construirea de digulețe interioare temporare, dacă terenul este nivelat perfect. Reducerea maximă a numărului de digulețe este o cerință a amenajărilor moderne, ea contribuind la micșorarea pierderilor de teren și la aplicarea mecanizării în explcatare (schema ferrareză, fig. 15.3).

În terenurile puternic sărăturate unde este nevoie de un control perfect al apei de irigație și evacuare, parcelele au suprafața de numai 2 ha (80×250 m). Irigația se face dintr-un canal de distribuție construit în semidebleu între digurile de perimetru, iar norma de desecare se realizează cu ajutorul canalelor interioare de evacuare (0,80m adîncime) și a rigolelor interioare de evacuare (0,30 m adîncime), executate cu unelte speciale sau din arătură, din care apa este evacuată în canalul de drenaj-evacuare, independent sau prin intermediul unui canal de colectare interior.

Fiecare parcelă are astfel alimentare independentă, asigurată prin una sau mai multe vanete.

Aceste amenajări adaptate atît de bine la situațiile din zona inundabilă cu scopuri de ameliorare a solurilor neproductive prin îndepărtarea excesului de apă și desecare puternică, au reușit să dea naștere la o agricultură înfloritoare pe soluri care acum 50 ani erau sub apă sau constituiau focare de malarie.

15.7. PLANTA PREMERGĂTOARE

Orezul este o plantă ce se autosuportă, putîndu-se cultiva după el însuși 2—4 ani.

S-a constatat însă că fiind cultivat în monocultură după un timp oarecare, uneori chiar foarte repede (după 3—4 ani) producțiile de orez încep să scadă, stabilindu-se apoi la plafoane reduse, în jurul a 1 000 kg/ha.

Scanned with OKEN Scanner

Chiar în țările de origine ale orezului — în monocultură — producțiile nu depășesc cîteva sute de kg/ha.

Scăderea recoltelor de orez în monocultură se datorează și potențialului redox (*r*H) mai mic de 20. Folosirea fertilizanților este puțin eficace în cultura permanentă a orezului căci substanțele nutritive introduse simultan, nu pot fi asimilate de plante în condițiile unui regim de aer scăzut.

Pentru restaurarea capacității de producție a solurilor din orezărie, este absolut necesar ca orezul să alterne cu alte culturi care nu se irigă.

Cele mai indicate plante premergătoare pentru orez sînt : trifoiul, lucerna, borceagul, fasolea, soia, floarea-soarelui, sfecla de zahăr, cînepa. În cazul unei structuri stabile a solului se renunță la cultura leguminoaselor perene. În Japonia, după orez se cultivă pepeni galbeni, spanac și castraveți, iar în R.P. Bulgaria se cultivă ardeiul Kalencov. S-a emis ipoteza că orezul stimulează dezvoltarea actinomicetelor, antagoniste agentului patogen al vertigilozei, boală foarte dăunătoare culturii ardeiului.

15.8. FERTILIZANȚII ȘI FOLOSIREA LOR

Orezul este o plantă ce consumă cantități mari de substanțe nutritive din sol datorită recoltelor ridicate pe care le produce (tabelul 15.6).

TABELUL 15.6

Elementele nutritive consumate de cultura orezului, după stațiunea experimentală „Krasnodar"

Producția de orez (kg/ha)	Elementele nutritive consumate, kg/ha		
	N	P_2O_5	K_2O
2 500	60,5	31,0	78,7
4 000	96,8	49,6	126,0
5 500	133,1	68,2	170,2
7 000	169,4	86,8	220,5

Dacă la aceste cantități mari de elemente nutritive extrase din sol de către orez se mai adaugă și cantitățile pierdute prin levigare cu apa de irigație, se înțelege că o cultură de orez epuizează repede solul în substanțe nutritive. Folosirea fertilizanților reprezintă prin urmare una din cele mai importante măsuri pentru obținerea unei producții ridicate și stabile la orez.

Studiile efectuate la noi în țară arată că pentru o tonă de orez consumul specific de fertilizanți chimici N, P_2O_5 și K_2O cît și coeficientul de pierdere prin spălare variază (tabelul 15.7).

Fertilizanții naturali organici. Fertilizanții organici sînt foarte necesari în cultura orezului căci pe lîngă substanțele nutritive pe care le conțin, sporesc procentul de substanță organică și implicit refacerea și menținerea structurii solului.

O fertilizare masivă cu material organic bogat în azot nu dă bune rezultate deoarece azotul în exces produce o creștere vegetativă luxuriantă în dauna producției de boabe, prelungește perioada de vegetație și accentuează sensibilitatea la boli.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 15.7

Consumul specific de fertilizanți chimici în cultura orezului

Consumul specific (kg/tonă)	Fertilizantul chimic		
	N	P_2O_5	K_2O
	15–16	8–10	12–14
Coeficientul de pierdere prin spălare	2	2–2,5	1,8

Cantitatea de substanță organică ce se aplică este determinată de procentul de humus din sol și de procentul de lut și argilă (vezi cap. 12.3).

Fertilizanți chimici. Epuizarea elementelor nutritive din sol se completează ușor și repede prin aplicarea fertilizanților cu azot, fosfor și potasiu.

Azotul este elementul principal în nutriția orezului. Consumul de azot începe odată cu dezvoltarea sistemului radicular al plantei. În perioada de la începutul înfrățirii și pînă la ieșirea din burduf, cantitatea de azot consumată reprezintă 40—50% din totalul necesar. Pînă la apariția paniculului consumul de azot ajunge la 80—90% din total. După înspicare asimilația azotului scade foarte mult.

Orezul trece prin două faze critice de „hrană" cu azot, una în timpul înfrățitului cînd lipsa azotului reduce numărul fraților fertili, iar a 2-a, în perioada de la formarea paniculului și pînă la ieșirea din burduf, cînd datorită insuficienței azotului se micșorează numărul de boabe pe panicul.

În tehnica aplicării fertilizanților chimici cu azot la orez datorită condițiilor submerse ale solului, un rol important îl are felul fertilizantului și adîncimea de îngropare.

În timpul perioadei de submersie în solul orezăriei au loc procese de reducere; în stratul de la suprafață continuă procesul de oxidare, atît timp cît apa de inundare mai conține oxigen.

Dacă aplicăm sulfat de amoniu la suprafață în zona de oxidare amoniul este oxidat și transformat în nitrat. Acesta levigîndu-se în zona reducătoare este redus în nitrit și apoi în azot liber care se pierde.

Unele cercetări arată că mai mult de 70% din azotul aplicat sub formă de sulfat de amoniu poate fi pierdut pe această cale. Dacă aplicăm sulfatul de amoniu mai în adîncime, în zona de reducere a solului submers, ionii de amoniu nu suferă modificări ci sînt asimilați ca atare de către plante.

Sulfatul de amoniu are reacția fiziologică acidă datorită anionilor SO_4^{--} eliberați în urma adsorbției ionilor de amoniu. În mediul acid se accentuează procesele de spălare ale substanțelor nutritive din sol, ceea ce constituie un aspect negativ al utilizării sulfatului de amoniu pe solurile de orezărie deja acidificate. În schimb, pe solurile salinizate cu un conținut ridicat în sodiu sub formă de carbonat de sodiu și care au o reacție alcalină foarte defavorabilă orezului, sulfatul de amoniu are o influență favorabilă, ca amendament.

Dacă aplicăm azotat de amoniu pe solurile de orezărie, azotul nitric este spălat în adîncime sau se pierde ca azot liber, astfel că folosirea acestui fertilizant la orez nu este atît de eficientă.

Aplicarea azotatului de amoniu pe solurile de orezărie submersă trebuie făcută numai la suprafața solului, în zona de oxidare, pentru ca azotul nitric să fie consumat imediat de către plante.

Scanned with OKEN Scanner

Avînd în vedere transformările suferite de cele două forme ale azotului (amoniacală sau nitrică) și în funcție de adîncimea de încorporare a fertilizantului (la suprafață în zona de oxidare, sau la adîncime în zona de reducere) cunoscînd că azotul amoniacal este consumat de plantele de orez mai ales în primele faze de vegetație, iar azotul nitric în jumătatea a doua a perioadei de vegetație, rezultă modul de aplicare al acestora. Sulfatul de amoniu se folosește ca fertilizant de bază fiind încorporat solului la adîncime, iar azotatul de amoniu se utilizează la fertilizarea din cursul vegetației, începînd cu faza de înfrățire.

Pe baza experiențelor executate la noi în țară, orientativ, se recomandă următoarele doze de îngrășăminte chimice:

— pe solurile normale, doza de 250—500 kg/ha sulfat de amoniu sau 200—400 kg azotat de amoniu la ha;

— pe solurile fertile din orezăriile noi, doza de 150—100 kg/ha sulfat de amoniu sau 50—100 kg azotat de amoniu la ha;

— pe solurile salinizate, cu reacție alcalină numai sulfat de amoniu în cantitatea de 500—750 kg/ha.

Cu privire la epoca administrării fertilizanților cu azot, trebuie avut în vedere că aplicarea fracționată în 2—3 etape, dă sporuri de recoltă față de aplicarea într-o singură etapă. În acest caz fertilizanții azotați se pot aplica astfel: în cazul semănatului în apă (doze mari) jumătate din doză înainte de însămînțare și jumătate la înfrățire; în cazul semănatului în teren uscat, jumătate din doza de azot se aplică la răsărire iar restul la înfrățit. În cultura transplantată a orezului, întreaga doză de fertilizanți se aplică odată cu lucrările de pregătire a terenului, înainte de plantare sau numai 2/3 din doză, restul împrăștiindu-se la 10—15 zile după plantare. Cînd plantele de orez sînt galbene, debile, scunde și au înfrățit puțin, este semnul lipsei de azot în sol. Aspectul lanului se schimbă în cîteva zile dacă se aplică fertilizanți cu azot. După aplicarea azotaților terenul trebuie să rămînă submers cel puțin cîteva zile.

Fosforul ajută la creșterea în mărime a boabelor de orez și grăbește coacerea. Aplicarea fertilizanților cu fosfor unilateral dă sporuri mici, iar în cantități mai mari provoacă chiar o micșorare a recoltei. Aplicați însă împreună cu azotați în doze echilibrate, contribuie la obținerea unor recolte mari.

S-a constatat că pe solurile din orezăriile acide, plantele reacționează slab la fertilizanții cu fosfor aplicați în doze moderate. Explicația constă în legăturile strînse ale fosforului în complexul adsorbtiv al solului. Împreună cu amendamentele, orezul reacționează mai bine la fosfor, pH-ul favorabil asimilării fosforului considerîndu-se 6,5. Pe solurile de orezărie este favorabil să se aplice doze mari de fertilizanți cu fosfor la cîțiva ani o dată, decît doze moderate în fiecare an. În funcție de rezerva de fosfor din sol și în funcție de cantitatea de fertilizanți cu azot, 300—600 kg/ha superfosfat, se consideră o doză economică.

Întreaga cantitate de superfosfat se aplică înainte de însămînțare, fie toamna la arătura de bază, fie primăvara odată cu lucrările de pregătirea terenului în vederea însămînțării orezului.

Administrarea fertilizanților cu fosfor în cursul vegetației trebuie făcută cînd frunzele orezului sînt svîntate fără apă pe ele, astfel se evită viitoarele arsuri ale frunzelor.

Scanned with OKEN Scanner

Potasiul mărește rezistența la căderea orezului și intensifică rezistența la boli. Solurile de orezărie din țară sînt în general bine aprovizionate cu potasiu, iar solurile salinizate au exces de potasiu.

Pe solurile mai ușoare fertilizanții cu potasiu sînt eficaci numai dacă se aplică împreună cu azotul și fosforul. Doza de 50—150 kg sare potasică se consideră economică.

15.9. PREGĂTIREA TERENULUI

Solul orezăriei se cere să fie bine mărunțit, bine afînat, fără buruieni și bine nivelat.

Toamna, imediat după recoltarea orezului sau a culturii din asolament, se execută o arătură adîncă de 25—30 cm care se lasă în brazdă crudă. Pe terenurile îmburuienate cu pipirig, șovar etc. arătura de toamnă se execută la adîncimea de 10—15 cm pentru a scoate la suprafață rizomii și rădăcinile acestor buruieni care în felul acesta sînt distruse de acțiunea înghețului în timpul iernii.

Pe solurile salinizate, arătura de toamnă se execută pînă la adîncimea la care nu se scoate la suprafață stratul de sol impregnat cu săruri. Afînarea în adîncime a acestor soluri se face cu ajutorul scormonitorului. Alternarea adîncimii arăturii de la un an la altul este economică.

Pînă la semănat terenul se întreține curat de buruieni, iar înainte de semănat se execută o lucrare energică de discuire, urmată de grapă sau numai o grăpare puternică.

Cînd solul a ieșit tasat din iarnă se execută o arătură de primăvară la adîncimea de 10—15 cm urmată de grapă pentru mărunțirea bolovanilor. În primăvară se fac și lucrările de nivelare absolut necesare pentru reușita culturii orezului.

15.10. SEMĂNATUL OREZULUI

Datorită faptului că aristele la soiurile aristate rămîn prinse de sămînță după treier într-o proporție însemnată se îngreuiază operațiile de condiționare și păstrare precum și semănatul cu mașina.

Masa a 1 000 boabe variază între 28—31 g, obșnuit 33—35 g, iar masa hectolitrică între 45—65 kg, în medie 50 kg.

Sămînța de orez pentru a fi bună de semănat trebuie să îndeplinească mai multe condiții:

— să fie pură din punct de vedere genetic și să aparțină solului raionat;
— să fie întreagă, adică bobul îmbrăcat în palee și nespart;
— să nu conțină semințe străine soiului și în special semințe de buruieni.

Normele pentru calitatea seminței de orez stabilesc o puritate de minim 99% clasa I, de 98% la clasa a II-a și 97% clasa a III-a. Normele admit la 1 kg sămînță de orez un număr de 20 bucăți semințe buruieni pentru clasa I; 150 pentru clasa a II-a și 300 bucăți pentru clasa a III-a. Sămînța de orez nu trebuie să conțină semințe de Echinochloa oryzicola, considerată buruiană de carantină. Curățirea semințelor de orez se face prin cufundarea lor într-o

Scanned with OKEN Scanner

soluție de sare (NaCl), de concentrație 10—15% ; în felul acesta se îndepărtează complet boabele șiștave și ușoare de orez, precum și semințele de buruieni ce plutesc deasupra (selectare cu ajutorul apei). Spălarea cu apă curată este obligatorie după selectarea cu ajutorul soluției de sare;

— să aibă o mare capacitate de germinare. Obișnuit în condiții normale orezul își păstrează germinația timp de doi ani. În condiții de umiditate prea mare sau de temperaturi joase germinația scade foarte mult. Menținerea orezului în șire înainte de treerat îi reduce total capacitatea de germinație. După un an de învechire semințele își pierd 20—30% din capacitatea de germinare. O bună sămînță trebuie să aibe facultatea de germinație de minimum 85%, (95% pentru clasa I, 90% pentru clasa a II-a și 85% pentru clasa a III-a) iar energia germinativă de minimum 80%. Succesul culturii depinde mai mult de energia germinativă decît de facultatea germinativă, aceasta datorită condițiilor neprielnice de încolțire sub strat de apă. S-a constatat că semințele de orez cu energie germinativă de 90—92% dau numai 60% plante viabile; dacă energia germinativă nu depășește 80%, după 10 zile nu mai sînt în viață decît 15—16% din plante.

— să fie tratată împotriva bolilor criptogamice (*Helminthosporium oryze*, *Piricularia oryze* etc.). Tratamentul umed cu sulfat de cupru (soluție de 1% timp de 20 minute), sau tratament uscat cu preparate fungicide folosite la cereale este obligatoriu.

Cînd semănatul se face în apă, sămînța de orez să se găsească în faza de început de încolțire. Această stare a seminței duce la o răsărire mai rapidă și mai uniformă, scurtîndu-se în același timp perioada de vegetație.

Operația de pregerminare constă în introducerea sacilor cu sămînță în apă curgătoare sau în bazine unde se țin 48 ore sau mai mult, în funcție de temperatura apei pînă ce la majoritatea semințelor a apărut plumula sau un punct albicios; sămînța este p u n c t a t ă.

Pregerminarea semințelor de orez se poate obține prin umectarea lor în grămezi și lopătare. Dacă sămînța încolțită nu a putut fi însămînțată imediat se întinde într-un strat subțire pentru ca să se svînte și să sé întrerupă încolțirea.

Epoca de semănat. Este condiționată de temperatura solului care obligatoriu trebuie să înregistreze cîteva zile consecutiv 12—13°C cu tendință de creștere. Calendaristic, data de semănat este cuprinsă între 20 aprilie și 5 mai cînd se seamănă în uscat și la 1—10 mai cînd se seamănă în apă. Epoca de însămînțare a orezului depinde de două momente critice în timpul perioadei de vegetație și anume:

— scăderile bruște de temperatură de la începutul lunii mai care coincid cu germinația și înrădăcinarea orezului;

— scăderile de temperatură din perioada 10—24 august și chiar începutul lunii septembrie care coincid cu faza înflorit — fecundat. Fenomenul climatic are loc frecvent chiar în zona foarte favorabilă culturii orezului, de unde explicația că această cultură nu s-a extins la noi.

Orezul poate suporta timp de cîteva zile temperatura de 4—5° însă sensibilitatea lui la temperaturi scăzute crește pe măsura înaintării în vegetație (fiind mai sensibil în faza de 2—3 frunze). Frigul ce vine după semănatul orezului reduce numărul plantelor răsărite. De aceea la însămînțările mai timpurii este nevoie să se mărească cantitatea de sămînță la hectar.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă dintr-o cauză oarecare s-a întîrziat semănatul atunci se recurge la însămînţarea în apă cu sămînţă încolţită, procedeu prin care se recuperează pînă la 7—8 zile din perioada de vegetaţie.

Temperatura de 13°C la începutul lunii august determină sterilitatea florilor şi obţinerea de boabe seci. Pagubele provocate de aceste fenomene climatice în anii nefavorabili ajung la 50—70% din recoltă. Dacă temperatura apei de udat este de 17—18°C orezul nu ajunge la maturitate.

Cantitatea de sămînţă la ha. Producţia cea mai mare de orez este realizată cînd la recoltare numărul paniculelor, adică al tulpinilor fertile este de 400—600 la m² şi cînd fiecare plantă formează două, cel mult trei tulpini fertile.

Pentru asigurarea numărului optim de tulpini fertile, desimea la răsărire trebuie să fie de 200—300 plante/m². La orez un număr foarte mare de boabe semănate nu ajung la încolţire şi multe boabe încolţite nu mai ajung să răsară datorită mai multor cauze cum sînt: adîncimea prea mare a însămînţării, stratul prea gros de apă, temperatura scăzută etc.

Cercetările arată că circa 40—60% (în medie 50%) din boabele germinabile nu produc plante viabile. Prin semănat trebuie să se asigure un număr cel puţin dublu de boabe germinabile faţă de numărul optim al plantelor la răsărire. Pentru asigurarea unui număr de 200—300 plante/m² este nevoie să se însămînţeze 500—800 boabe germinabile la m².

Cantitatea de sămînţă corespunzătoare numărului de 500—800 boabe germinabile la m² este de 210—270 kg/ha, în medie 230 kg/ha. Se dă o cantitate mai mare de sămînţă la însămînţările timpurii pe terenurile fertile sau pe terenurile puternic îmburuienate.

Metoda de semănat. În mod curent se practică două metode: însămînţarea în uscat şi însămînţarea în apă.

Semănatul în uscat, cere terenuri bine pregătite foarte bine nivelate şi lipsite de buruieni, ca la orice cultură păioasă de cîmp.

Distanţa între rînduri variază între 12—30 cm. Distanţele mai mari dau posibilitatea aplicării prăşitului manual în apă cu prăşitorile rotative de tip corean, sau mecanic cu prăşitori speciale cu tracţiune animală. Semănatul se face în lungul tarlalei, traversînd digueţele transversale dintre parcele. Adîncimea de semănat este mică de 1,5—2 cm, maximum 4 cm.

Semănatul în uscat are următoarele avantaje: asigură o distribuire uniformă a seminţelor; îngroapă sămînţa la adîncimea stabilită; uşurează lucrările de plivit manual, observîndu-se uşor rîndurile de orez; se face mai uşor decît la metoda însămînţării în apă; face economie de forţă de muncă şi de apă.

Această metodă de semănat trebuie să se extindă în toate unităţile cultivatoare de orez deoarece este o metodă raţională.

15.11. CONSUMUL ŞI NECESARUL DE APĂ AL OREZULUI

Consumul de apă. Consumul de apă al culturii orezului, în comparaţie cu al altor culturi irigate, este mult mai ridicat, de ordinul zecilor de mii de metri cubi la hectar, variind cu regimul de irigare.

Scanned with OKEN Scanner

Consumul de apă se realizează sub două forme: consumul productiv prin transpirația plantelor de orez și consumul neproductiv prin evaporație la suprafața solului și a apei.

Consumul de apă prin transpirație variază între 2 840—6 000 m³/ha cifra medie fiind 4 000 m³/ha. În R.S. România, pe toată perioada de vegetație ajunge la circa 1,8 l/s.ha. Consumul apei prin transpirația plantelor nu este uniform; el începe să crească de la răsărit pînă la înfrățit cînd înregistrează un maxim relativ (în luna iunie) apoi scade puțin începînd din nou să crească ajungînd la un maximum absolut în perioada înfloritului (sfîrșitul lunii iulie începutul lunii august) după care scade treptat pînă la zero la coacerea plantelor.

Consumul prin transpirație în faza înfrățitului este de circa 2,7 l/s.ha, iar în faza de la începutul înspicatului și pînă la formarea bobului inclusiv, consumul ajunge la valoarea maximă de 3,4 l/s.ha.

Consumul de apă prin evaporație este relativ uniform în toată perioada de vegetație a orezului. Este cel mai ridicat la început cînd insolația și acțiunea vîntului se exercită direct și mai accentuat decît în lunile de vară cînd vegetația protejează suprafața apei de acțiunea directă a soarelui și a vîntului.

Pentru condițiile climatice din zona culturii orezului în R. S. România pierderile medii de apă prin evaporație se ridică de la 0,30 la 0,35 l/s.ha.

Necesarul de apă în orezării cu regim de irigare permanent (submersie). Volumul de apă necesar culturii orezului este condiționat de factorii climatici și pedologici. Evapotranspirația potențială (*ETP*) este dependentă de climă și mai puțin de sol. Infiltrația este condiționată de textura solului; mică, pe solurile argiloase și mare, pe cele ușoare. Salinitatea solului conduce la un necesar de apă sporit față de solurile nesaline. Pentru orezării, necesarul de apă se calculează după metoda bilanțului de apă în circuit deschis sau de spălare (M. Botzan).

Ecuația generală a bilanțului apei din orezărie în acest caz, de la însămînțare la coacerea în lapte, are forma următoare:

$$R_i+P+\Sigma m=ETP+i+D+Cs+10\,000\,h, \qquad (15.1)$$

de unde:

$$\Sigma m=ETP+i+D+Cs-C+10\,000\cdot h-P, \text{ sau} \qquad (15.2)$$

$$\Sigma m=ETP+i+100\,H\cdot \rho a\,(Cs-C)+10\,000\,h+D-P \qquad (15.3)$$

în care: R_i este rezerva inițială primăvara, egală cu valoarea (C), în m³/ha; P — precipitațiile din perioada însămînțare-coacere în lapte, în m³/ha; Σm — norma de irigație (necesarul de apă), în m³/ha; ETP — evaporația potențială, m³/ha, în perioada însămînțare — coacere și se calculează prin una din formulele: Thornthwaite, Blaney-Criddle, Bouchet etc.; i — infiltrația, care depinde de textura solului; în calcule se consideră că trebuie să fie de 1 l/s.ha și nu trebuie să fie mai mare de 4 l/s.ha în perioada de vegetație a orezului; D — norma de evacuare sau de circulație a apei din parcelă în rețea, în perioada de vegetație m³/ha; în calcule se apreciază de la 10—20% din norma de irigație sau 0,33 l/s.ha în perioada de vegetație; h — înălțimea maximă a stratului de apă în parcelă, în m; Cs — capacitatea de saturare a solului respectiv.

Scanned with OKEN Scanner

Norma de irigație (Σm) în cazul regimului de irigare cu nivel de apă variabil în funcție de faza de vegetație a orezului se calculează după două ecuații distincte astfel:

În prima fază de vegetație, de la însămînțare la răsărire:

$$\Sigma m_1 = Cs - C + E_1 + i_1 - P_1 \qquad (15.4)$$

în care: E_1 este evaporația de la suprafața solului; i_1 — infiltrația apei în sol.

Se observă că norma de irigație are rolul de a completa pierderea de apă prin evaporație și infiltrație.

În faza a doua de la răsărire la coacerea în lapte:

$$\Sigma m_2 = 10\,000 \cdot h + (ETP) + i_2 + D - P_2 \qquad (15.5)$$

Necesarul de apă în orezăria cu regim de irigare periodic. Norma de irigație nu se deosebește cu nimic față de cea calculată în cazul circuitului închis la culturile de cîmp. Plafonul minim fiind ridicat 80% din (C), numărul de udări va fi mare și la intervale scurte.

$$\Sigma m = ETP + R_f - R_i - P \qquad (15.6)$$

Norma de irigație a orezului poate fi cuprinsă între limite foarte largi în funcție de sol, climă și regimul de irigație aplicat. Ea poate astfel varia între aproximativ 5 000 m³/ha irigat periodic și aproximativ 100 000 m³/ha irigat prin submersie continuă.

În experiențele din țara noastră, de la Stejaru, în regimul de irigare prin submersie intermitentă, consumul total de apă a fost de 6 700—9 450 m³/ha iar pe luni, evaporația (E) și transpirația (T) a variat astfel:

luna	V	VI	VII	VIII	IX
consum prin (E), m³/ha. zi	40	60	40	20	15
Consum prin (T), m³/ha. zi	0	10	40	60	25

Pierderile prin infiltrație în prima perioadă de irigare au fost de 1,03 l/s/ha.

Pentru unele țări norma de irigație ajunge la 15 000 m³/ha. Se admite o normă mai mare numai pentru solurile saline.

În R.S. România în cazul regimului de irigație prin submersie cu strat de apă continuu, consumul prin evaporație și transpirație însumează de la însămînțare la coacerea în lapte 8 000—10 000 m³/ha.

15.12. REGIMUL DE IRIGARE AL OREZULUI

Regimul de irigare aplicat orezului trebuie să-i satisfacă pe de o parte cerințele față de umiditate în diferitele faze de vegetație iar pe de altă parte să satisfacă cerințele față de căldură și oxigen. În același timp, regimul de irigare trebuie să contribuie la corectarea unor fenomene nefavorabile din orezărie cum sînt salinizarea solului și temperatura scăzută sau ridicată a aerului.

Cei mai importanți factori care influențează regimul de irigație al orezului sînt: metoda de semănat, infestarea cu buruieni, frigul și dezvoltarea luxuriantă a plantelor de orez.

Scanned with OKEN Scanner

Regimul de irigaţie al orezului este foarte diferit de la o regiune la alta a globului şi este determinat — în primul rînd — de condiţiile de climă şi sol ale regiunii respective şi de rezultatul cercetărilor cît mai recente. În R.P. Chineză orezul se cultivă prin transplantare, fapt pentru care irigarea lui constituie o problemă simplă; astfel după plantarea orezului în nămol cultura se inundă cu un strat de apă ce variază între 2—6 cm care se menţine pînă la recoltare. În Coreea, pe lîngă această metodă cu strat de apă se practică şi cultura orezului în uscat, care nu se irigă deoarece în zonele respective în perioada de vegetaţie a orezului cad 700—900 mm precipitaţii. În Vietnam, orezul se cultivă prin semănare şi prin transplantare. După semănat, în timpul răsăririi se menţine un strat de apă de 8—12 cm. În timpul înfrăţitului se evacuează apa din orezărie lăsîndu-se pămîntul să se usuce după care se introduce din nou apă într-un strat de 10—20 cm şi se păstrează pînă la coacerea în lapte, cînd se evacuează în vederea recoltării.

În S.U.A., regimul de irigare al orezului este foarte diferit practicîndu-se atît irigarea continuă cu strat permanent de apă cît şi irigarea intermitentă cu evacuări repetate în anumite perioade de vegetaţie ale orezului. În U.R.S.S. se practică regimul de irigaţie cu strat de apă continuu, intermitent şi umectare periodică.

Din cele prezentate rezultă că în cultura orezului se cunosc patru regimuri de irigare:

Irigarea permanentă; în tot timpul vegetaţiei se păstrează un strat permanent de apă cu o grosime variabilă;

Irigarea prescurtată; se menţine un strat de apă în tot timpul perioadei de vegetaţie; numai la începutul ei (la semănat) şi la sfîrşitul ei (coacerea în lapte) terenul nu este acoperit cu apă.

Irigarea intermitentă (întreruptă); în unele faze de vegetaţie ale orezului (răsărit, înfrăţit, înflorit) se face evacuarea apei şi uscarea terenului.

Irigarea cu umectare periodică se practică în cultivarea orezului fără strat de apă. Asigurarea apei se poate face în mod natural din precipitaţii sau cu ajutorul lucrărilor de nivelare care permit udarea pe brazde, fîşii sau se irigă prin aspersiune ca şi restul culturilor de cîmp (tabelul 15.8).

TABELUL 15.8

Frecvenţa udărilor în funcţie de faza de vegetaţie a orezului în cazul regimului de irigaţie periodică (V. Blidaru)

Perioada de vegetaţie	Numărul udărilor	Norma de udare (m^3/ha)	Umiditatea solului în stratul de la 0—0,5 m (% din C)
Însămînţare — înfrăţire	2—3	350	80—100
Înfrăţire — începutul maturităţii (faza de coacere)	8—10, la intervale de 4—5 zile	350	80—100
Maturaţia în ceară — completa coacere	2—3	350	80—100

Scanned with OKEN Scanner

La noi în țară se practică cultura orezului sub un strat gros de apă. Pentru înrădăcinare se recomandă o primă uscare apoi încă trei uscări: cînd primele plante încep înfrățitul; cînd primele plante încep înspicatul; la 10—12 zile după fecundare.

Experiențele de la Stejaru, lunca Neajlovului, arată că orezul cultivat prin însămînțare direct în parcelă, irigat prin submersiune a dat o producție de 4 925 kg/ha față de irigarea prin udări periodice 3 175 kg/ha.

În condiții de transplantare producțiile au fost practic egale, fie că s-au irigat prin submersie intermitentă, 3 100 kg/ha sau prin udări periodice, 3 131 kg/ha.

15.13. CULTURA OREZULUI PRIN TRANSPLANTARE

Este o metodă foarte veche și răspîndită mai ales în țările de origine ale orezului.

Metoda necesită un consum mare de brațe de muncă, ceea ce face să nu poată fi generalizată decît în zone cu populație deasă.

Cultura orezului prin transplantare prezintă și avantaje:

— se obțin producții mai ridicate ca în cultura obișnuită cu cel puțin 10—30%. Sporirea se datorează repartizării mai uniforme a spațiului nutritiv, a plantelor pe terenul de cultură, pregătirii mai temeinice a terenului în primăvară și fertilității mai ridicate a solului datorită scurtării perioadei de submersie;

— se reduc cheltuielile de combaterea buruienilor cel puțin cu 2/3;

— se restabilește mai rapid fertilitatea solului, fiind mai puțin timp ocupat de plante și mai puțin timp acoperit cu apă;

— se creează de asemenea posibilitatea valorificării solurilor salinizate. Orezul în faza de răsad (înainte de înfrățire) suportă o salinitate de trei ori mai mare decît în faza de încolțire.

La cultura orezului prin transplantare deosebim două etape: cultura orezului pentru obținerea plantelor răsad și cultura plantelor răsad la locul definitiv.

Obținerea plantelor răsad. Răsadul de orez se obține în parcele special pregătite, denumite răsadnițe sau pepiniere. Parcela răsadniță trebuie să fie bine nivelată, cu sol fertil, neîmburuienată, adăpostită împotriva vînturilor reci și în apropierea sursei de apă. Mărimea parcelei răsadniță este de 500—1 000 m² și se obține de obicei prin împărțirea unei parcele normale prin digulețe. Forma dreptunghiulară alungită cu raportul între dimensiuni de 8 : 1 și 10 : 1 corespunde cerințelor de parcelă răsadniță. Dimensiunile mici și forma alungită a parcelelor pentru răsadnițe sînt preferate din următoarele motive:

— se nivelează bine și ușor;

— se pot însămînța de pe digulețe, evitîndu-se pierderile provocate prin înfundarea semințelor de orez în pămînt prin trecerile repetate ale semănătorilor;

— se menține cu ușurință stratul de apă necesar, evacuarea apei și alimentarea făcîndu-se repede și ușor;

— se evită formarea valurilor mari cînd bate vîntul;

— permite o mai bună organizare a muncii și un control mai efectiv la smulsul răsadului.

Pentru suprafața de 8—10 ha cultură transplantată este nevoie de 1 ha cultură răsad.

Scanned with OKEN Scanner

Fertilizarea terenului pentru obținerea răsadului. În acest mod de cultură, 120—200 kg N/ha dat ca sulfat de amoniu, 100 kg P_2O_5/ha, 40—80 kg K_2O/ha sînt recomandate ca norme economice.

Aplicarea fertilizanților se face în două etape: 2/3 din doză înainte de însămînțare, odată cu lucrările de pregătire ale terenului, iar restul în timpul vegetației cu 10—15 zile înainte de scoaterea răsadului.

Pregătirea terenului. Se execută o arătură de toamnă la circa 20 cm adîncime. Primăvara se grăpează energic și apoi se lucrează o dată sau de două ori cu discuitorul în agregat cu grapa cu colți reglabili. Nivelarea se execută în uscat și se perfectează sub apă.

Semănatul. Se face în apă, cu sămînța cît mai bine pregătită și încolțită. Pentru ca răsadul să ajungă suficient de crescut pînă în momentul repicatului, epoca de semănat va fi timpurie (15.IV—5.V). Împotriva frigului ce se poate ivi se luptă prin variația grosimii stratului de apă.

Cantitatea de sămînță ce se dă este mare, 1 200—1 500 kg/ha și este determinată de numărul mic de boabe ce ajung să dea plante viabile (circa 1/3). Numărul plantelor din răsadniță ajunge la 1 200—1 500 plante/m².

Lucrările de întreținere. Sînt la fel ca cele de la cultura obișnuită.

Regimul de irigare aplicat este prin submersie intermitentă cu o singură uscare la înrădăcinare. Stratul de apă nu trebuie să fie mai gros de 10 cm pentru ca plantele să nu se debiliteze printr-o alungire excesivă. De aceea recomandabil este ca grosimea stratului de apă să se mențină la 4—5 cm.

Răsadul de orez bun pentru plantare trebuie să aibă o vîrstă în jurul a 40 zile și să se găsească în faza formării primordiilor florale, înainte de a intra în faza înfrățitului. La această vîrstă răsadul de orez are o înălțime de 20—25 cm.

Un bun răsad se caracterizează prin robustețe, culoare verde și frunze late. Plantele îngălbenite cu frunze înguste și strînse, uscate și îmbătrînite trebuie evitate.

Recoltarea răsadului se face prin smulgere prinzînd plantele cu mîna cît mai de jos posibil, evitîndu-se ruperea sau frîngerea firelor. Se trag încet în direcție laterală și nu în sus. Plantele smulse se spală de pămînt, se fac mănunchiuri de 300—400 fire, cît se pot cuprinde în mînă, se leagă cu rafie sau cu plante de orez.

Transportul la locul de plantare se face pe tărgi. Odată smuls răsadul trebuie plantat în aceeași zi sau cel mai tîrziu, a doua zi. Pînă la plantare răsadul se cufundă cu rădăcinile în apă.

Cultura orezului din răsad. *Pregătirea terenului.* Toamna se execută o arătură adîncă iar primăvara se grăpează și discuie cel puțin de două ori. În cazul îmburuienării puternice a terenului este indicată și o arătură înainte de plantare. Dacă terenul a fost ocupat de o altă cultură (borceag masă verde) după recoltare se ară la 20—22 cm, apoi se lucrează cu grapa cu discuri. Odată cu lucrările de pregătire a terenului se face și nivelarea în uscat.

Cantitatea de fertilizanți se stabilește în funcție de starea de fertilitate a solului. Față de cultura obișnuită normele trebuie să fie reduse cu 10—25%. Cu ultima lucrare de pregătire a terenului se introduce și doza de fertilizanți.

Scanned with OKEN Scanner

Plantatul răsadului. Epoca de plantare este între 25 mai și 15 iunie. Întîrzierea plantării determină micșorarea pronunțată a recoltei. Plantarea timpurie poate să folosească și răsad mai tînăr, iar la plantările tîrzii, răsad mai bătrîn, care însă să nu depășească vîrsta de 50 de zile. Cu 2—3 zile înainte de plantare, parcelele se inundă, se nivelează sub apă și apoi se grăpează energic pentru formarea unui mîl gros pe o adîncime de cel puțin 10 cm. Desimea optimă variază între 200—300 plante la m² astfel că prin înfrățire să se realizeze o desime a tulpinilor productive de 400—500 plante la m². Distanța între rînduri variază între 15—25 cm iar distanța între cuiburi 10—25 cm. Plantatul este bine să se facă în cuiburi la 15/15 cm, 20/20 cm sau 25/25 cm. Distanțele mai mari sînt indicate la plantările mai timpurii pentru a permite dezvoltarea fraților.

Numărul de fire la cuib variază de la 4 la 15 în funcție de desime și de distanța între cuiburi.

Distanța între cuiburi, cm	Număr de fire la cuib	Desimea plantelor la m²
15/15	4— 6	175—260
20/20	8—10	200—250
25/25	12—15	190—240

Adîncimea de plantare este de 2—3 cm pe terenurile bine pregătite, cu mîl gros care acoperă rădăcinile. Pe terenuri mai ușoare sau cu mîl subțire plantarea se face la adîncimea de 4—5 cm.

Plantatul orezului se face într-un strat mic de apă sau chiar în teren mocirlos. La un strat mai gros de 5 cm apare pericolul ca plantele să se desprindă de sol și să plutească deasupra apei.

Plantatul propriu-zis se face înfigînd smocul de plante într-o mică gropiță făcută cu degetele după care se apasă pămîntul în jurul smocului. Plantarea se face ținînd smocul de plante în mînă la fel cum se ține creionul. Nu se recomandă fasonatul. Un muncitor poate planta într-o zi circa 200 m².

În R.P. Chineză s-au construit mașini de transplantat orezul deservite de doi lucrători, cu o productivitate de 1,5—2 ha pe zi. Lucrările de întreținere sînt ca la orezul semănat în uscat.

Pentru ca plantele transplantate să se fixeze în pămînt și să emită în cel mai scurt timp rădăcini noi terenul se lasă emers 2—4 zile. După înrădăcinarea plantelor se introduce apa, la început în strat de 5—8 cm, apoi se ridică la 10 cm astfel ca jumătate din frunze să fie deasupra apei.

În timpul înfrățitului nivelul apei se scade la 3—5 cm. În cultura prin transplantare se irigă prin submersie continuă cu nivelul de apă variabil.

15.14. RECOLTAREA OREZULUI

Cînd majoritatea boabelor de orez au început să se întărească, se oprește alimentarea cu apă a parcelelor, nivelul apei scăzînd prin infiltrație și evaporație. Încetarea irigării are loc cu 10—12 zile înainte de recoltare. În acest stadiu plantele sînt încă verzi. Dacă terenul este permeabil și timpul secetos,

Scanned with OKEN Scanner

nu se oprește alimentarea cu apă decît cu 5—6 zile înainte de recoltare pentru a nu provoca șiștăvirea boabelor timpurii. La însămînțările tîrzii recoltatul are loc pînă în prima jumătate a lunii octombrie.

Recoltatul se execută manual, mecanic cu secerătoarea legătoare sau cu combina universală. Orezul recoltat manual se lasă în pale sau mănunchiuri pe miriște pînă se usucă paiele și pălesc frunzele, apoi se leagă în snopi. Snopii se fac mai mici și se așază în picioare cîte 8—10 la un loc pînă la completa lor uscare. Aplicarea de substanțe desicante accelerează uscarea orezului pe rădăcină proprie. Desicantul se întrebuințează în toamnele ploioase și numai cînd 60—75% din cariopse s-au copt.

Dacă treieratul întîrzie, snopii uscați se strîng în clăi. Este bine ca treieratul să se execute cît mai repede pentru a nu intra în sezonul ploios de toamnă.

Sămînța proaspăt treierată conține multă apă, între 15—23% și de aceea trebuie uscată înainte de a fi depozitată în magazie.

Uscatul în straturi subțiri, de 10—12 cm și lopătatul pe platforme speciale betonate este considerat rudimentar și neeconomic.

În silozuri orezul pentru sămînță se usucă la 37—40°C și la 40—50°C cel de consum.

În magazie orezul se depozitează în straturi de 30—40 cm, lopătîndu-se des pînă umiditatea a scăzut la 14%. În timpul păstrării sămînța de orez trebuie controlată periodic fiindcă se încinge ușor.

15.15. PRELUCRAREA INDUSTRIALĂ A BOABELOR DE OREZ

Sămînța obținută la treier, adică cariopsa învelită în cele două palee, sau orezul brut, înainte de a fi pus în comerț pentru consum suferă o serie de operații și de prelucrări industriale:

— ruperea și eliminarea aristelor la soiurile aristate, cu ajutorul unor aparate speciale;

— îndepărtarea paleelor de pe cariopsă obținîndu-se *orezul semidecorticat* care are valoarea nutritivă cea mai mare;

— îndepărtarea pericarpului prin dispozitive foarte aspre care fac să se desprindă și embrionul, obținîndu-se produsul numit *orez decorticat* sau *orez mat* precum și tărîțe și un mic procent de făină de orez; operația reduce foarte mult valoarea nutritivă a orezului;

— lustruirea uscată a boabelor de orez, prin frecarea boabelor unele de altele, dă așa-numitul *orez polisat* ce poate fi dat în consumație ca produs finit;

— tratarea orezului mat, cu cantități foarte mici de ulei fără miros și fără gust dă orezului o transparență mai mare și produsul obținut se numește *camolino*;

— lustruirea boabelor cu cantități moderate de talc sau glucoză dă numitul *orez glasat* care reprezintă produsul finit, așa cum îl cunoaște consumatorul.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul 16

PREVENIREA ŞI COMBATEREA SALINIZĂRII ŞI ÎNMLĂŞTINĂRII TERENURILOR IRIGATE, VALORIFICAREA LOR

16.1. GENERALITĂŢI DESPRE SALINIZARE

Prin aplicarea raţională a factorului apă, în sol au loc o serie de reacţii chimice, fizice şi biologice care îi modifică fertilitatea. Abuzînd cu aplicarea normelor de apă peste anumite limite, puterea productivă a solului scade simţitor.

Salinizarea secundară este procesul prin care sărurile se acumulează în stratul activ de sol, ca urmare a unor fenomene antropogene sau de altă natură, peste limita de toleranţă a plantelor.

Irigarea excesivă îşi manifestă efectul dăunător în diferite direcţii:

— măreşte cheltuielile de producţie;

— diminuează activitatea microbiologică şi chimică din sol (prin scăderea temperaturii şi lipsa de aer procesele chimice şi biologice sînt predominant reductive);

— deteriorează structura solului, scăzînd permeabilitatea pentru aer şi apă;

— intensifică procesul de levigare a substanţelor nutritive;

— salinizează solul şi chiar îl înmlăştinează etc.

16.2. CAUZELE SALINIZĂRII SECUNDARE

Prima cauză ce concură la salinizarea secundară este ridicarea apei freatice mineralizată pînă la nivelul de unde prin capilaritate ajunge la suprafaţa solului. Fenomenul de ascensiune al apei este continuu. Prin evaporaţie solul pierde apa iar sărurile se depun neîncetat la suprafaţă şi pe pereţii capilarelor solului, salinizîndu-l.

Înălţimea maximă pînă la care pot să se ridice în profilul solului sărurile din apa freatică în mod natural prin curentul capilar şi prin difuzie s-a numit *adîncime critică*. Nivelul corespunzător al apelor freatice s-a numit *nivel critic*, iar mineralizarea corespunzătoare a acestora se exprimă prin noţiunea de *mineralizare critică*.

Nivelul critic de salinizare este variabil. El depinde de textura solului, de intensitatea evaporaţiei şi de gradul de mineralizare al apei freatice.

Cînd ascensiunea capilară este favorizată de o textură fină a solului şi de o evaporaţie puternică la suprafaţă, atunci nivelul critic este mai coborît; solul se poate saliniza chiar la o adîncime mai mare a apei freatice. În general în condiţiile de stepă din ţara noastră nivelul critic variază între 2—3 m.

Scanned with OKEN Scanner

Nivelul critic, în condițiile de stepă din Asia centrală ajunge, pe solurile argiloase, la 5,5—6,5 m.

Uneori pînza de apă freatică se ridică pînă la suprafața solului. În acest caz solul se înmlăștinează. Apa mlaștinilor, prin concentrarea sărurilor în urma evaporației, devine salină.

Irigarea nerațională practicată în sistemele vechi este o cauză care contribuie la ridicarea apei freatice. Prin încărcarea terenului cu un volum prea mare de apă, apa se infiltrează pînă la stratul freatic pe care îl alimentează. Pînza freatică își mărește în acest caz volumul, ridicîndu-se spre suprafață.

Salinizarea și înmlăștinarea solului sînt procese determinate de o irigație în exces și care se materializează în:

— pierderi de apă excesiv de mari în rețeaua canalelor de aducțiune care pot atinge valori foarte mari, peste 70% din volumul total de apă adusă în sistemul de irigație. În funcție de randamentul sistemului, viteza anuală de ridicare a nivelului freatic variază în felul următor: la randamentul sistemului de 0,7 pînza freatică se poate ridica în fiecare an cu 0,5—0,6 m, iar la randamentul de 0,3—0,4, cu 1—1,5 m anual;

— ridicarea nivelului freatic — obișnuit — în orezării cînd nu se execută evacuarea completă a apelor de irigație și de drenaj. Udările de spălare aplicate frecvent și cu norme prea mari ridică pînza freatică. Salinizarea secundară în acest caz are loc în primul rînd pe solurile freatic umede, la care apa freatică se ridică pînă la stratul de sol cu rădăcini. Prin introducerea irigației pe aceste soluri apare posibilitatea ridicării pînzei freatice pînă la nivelul critic (fig. 16.1).

În ipoteza că drenajul natural este slab, în calcule poate fi neglijat, iar nivelul freatic poate fi calculat cu relația de mai jos:

$$h_f = \frac{V_{mf}}{n_0 \cdot S_i} \qquad (16.1)$$

unde: h_f este înălțimea cu care se ridică nivelul freatic (în m/an); V_{mf} — volumul de apă provenit din pierderile prin infiltrație (m³/an); n_0 — porozitatea solului; S_i — suprafața zonei influențate de pierderile de apă prin infiltrație (în ha).

Adîncimea apei freatice de la care ea este capabilă să umecteze stratul de sol cu rădăcini, fără a saliniza orizonturile superioare se numește *adîncime sau nivel subcritic.*

Adîncimea subcritică în cîmpia Mizil-Stîlpu este 4—5 m, iar în cîmpia Brăilei 5—6 m.

Prezența în profilul solului a unui orizont impermeabil reprezintă o altă cauză ce determină salinizarea secundară. Acest orizont impermeabil poate fi preexistent introducerii irigației, sau se poate forma ca o consecință a spălării într-un timp îndelungat a carbonatului de calciu și de magneziu. Orizontul impermeabil împiedică filtrarea apei încărcată cu săruri provenite fie din descompunerea materiilor organice din orizontul superior, fie din fertilizanții chimici. Spălarea acestor săruri nu are loc și cu timpul prin acumularea lor, solul se salinizează. Impregnarea cu săruri a orizontului superior al solului are loc chiar cînd stratul impermeabil se găsește la o adîncime mai mare. În acest caz se formează o pînză de apă subterană mineralizată ce se sprijină pe stratul impermeabil de unde prin capilaritate sărurile ajung la orizontul super-

Scanned with OKEN Scanner

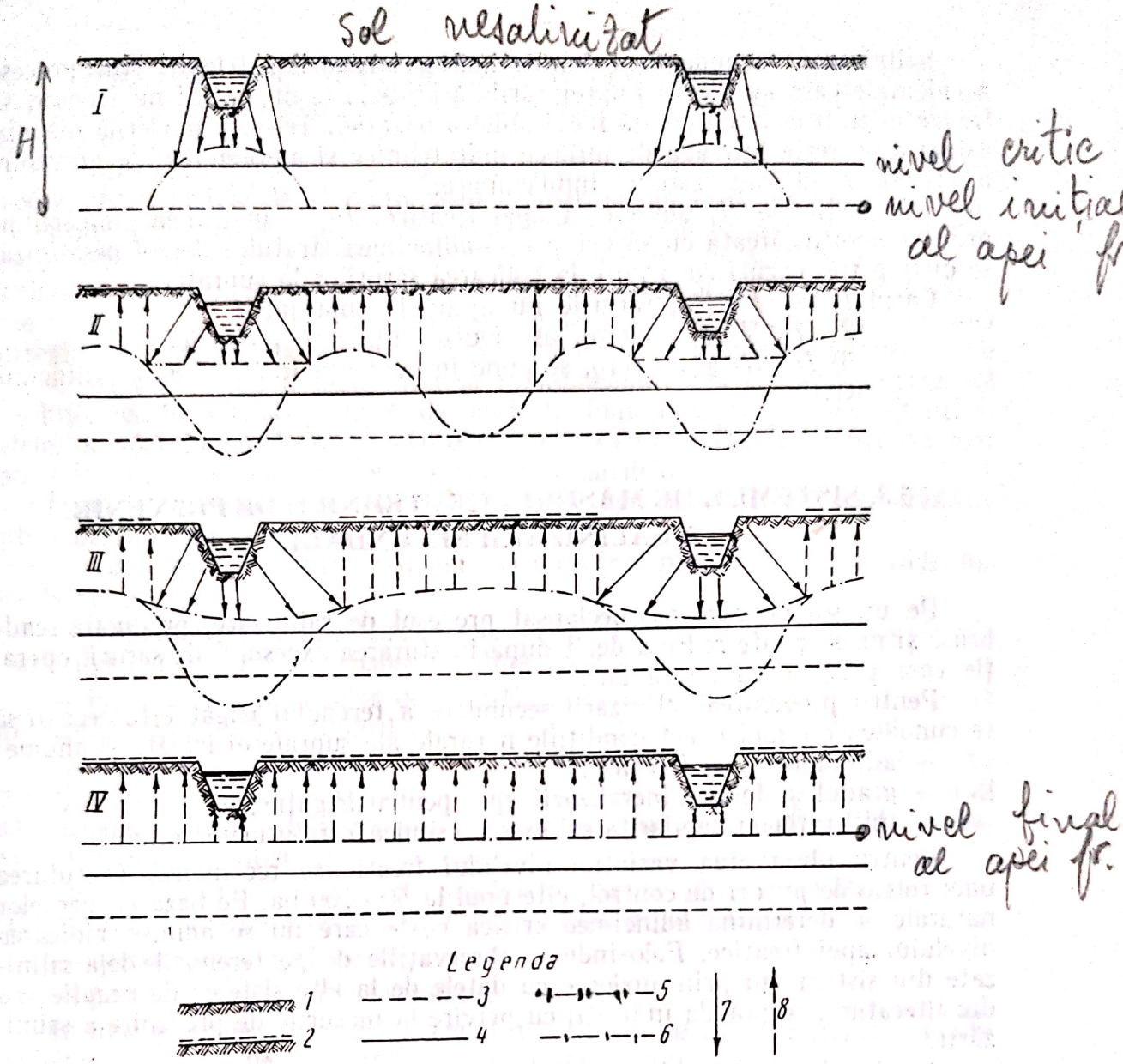


Fig. 16.1. Etapele salinizării secundare a terenurilor irigate:

I, II, III, IV — etape de salinizare; *1* — sol nesalinizat; *2* — sol salinizat: *3* — nivelul inițial al apei freatice; *4* — nivelul critic al apei freatice; *5* — nivelul stratului freatic secundar, format sub canale din apele de infiltrație; *6* — nivelul final al apei freatice; *7* — curentul descendent al apei; *8* — curentul capilar-ascendent al apei (după A. Măianu).

ficial al solului. Acest mod de salinizare secundară are loc în unele brațe părăsite ale rîurilor din cîmpia Bărăganului, datorită mai ales apei de inundație. Așa s-au format majoritatea solurilor saline din cîmpia vestică a țării.

Salinizarea secundară a terenurilor irigate se produce și sub influența gradului de mineralizare ridicat al apei de irigație. Pe solurile cu drenaj vertical slab reprezentat, este inevitabilă salinizarea la o concentrație în săruri a apei de irigație mai mare de 5 g/l. Pe solurile afectate de procese de salinizare secundară, nutriția plantelor este grav perturbată de prezența în cantitate mare a sărurilor nocive. Situația se accentuează și datorită insuficienței apei pentru plante. Chiar în regim irigat salinizarea determină în majoritatea cazurilor o micșorare pronunțată a permeabilității pentru apă și aer, precum și o scădere apreciabilă a umidității accesibilă plantelor.

Salinizarea secundară și înmlăștinarea terenurilor irigate sînt procese accidentale care au loc în împrejurările arătate. Ele nu pot și nu trebuie să fie considerate ca o consecință inevitabilă a irigației. Tehnica modernă dispune astăzi de o serie întreagă de mijloace hidrotehnice și agrotehnice de prevenire a proceselor de salinizare și înmlăștinare.

În funcție de H, adîncimea apei freatice, H_1 — înălțimea ridicării pe profil a apei încărcată cu săruri și a — adîncimea stratului de sol nesalinizat se disting trei cazuri cu privire la ridicarea sărurilor la suprafață:

Cazul 1) $H=H_1+a$, sărurile nu ajung la suprafață;
2) $H<H_1$ și a=zero, are loc o salinizare puternică;
3) $H=H_1$ și a=zero, se pune în evidență însăși situația adîncimii critice.

16.3. SISTEMUL DE MĂSURI AGROTEHNICE DE PREVENIRE A SALINIZĂRII SECUNDARE

Pe un sol pe care s-a declanșat procesul de salinizare, producția scade brusc și nu se poate redresa decît după înlăturarea excesului de săruri, operație care poate dura cîțiva ani.

Pentru prevenirea salinizării secundare a terenului irigat este necesar să se cunoască cît mai exact condițiile naturale ale suprafeței irigate și anume:
— adîncimea apei freatice;
— gradul și felul mineralizării apei pentru irigație;
— infiltrația și capilaritatea în succesiunea orizonturilor solului.

Pentru observarea variației nivelului freatic se recomandă executarea unei rețele de puțuri de control, cîte unul la 50—100 ha. Pe baza elementelor naturale se determină adîncimea critică peste care nu se admite ridicarea nivelului apei freatice. Folosindu-se observațiile de pe terenurile deja salinizate din sistem sau prin analogie cu datele de la alte sisteme de irigație sau din literatură, se pot da indicații cu privire la măsurile de prevenire a salinizării.

În planul măsurilor de prevenire a salinizării se va avea în vedere:
— reducerea ridicării apei freatice;
— lupta împotriva secetei.

Măsurile privind reducerea ridicării nivelului apei freatice vor avea ca obiectiv:

— diminuarea alimentării pînzei freatice cu apa din canalele de aducțiune;

— împiedicarea stabilirii contactului dintre apa de irigație și apa freatică sub cultura irigată, cu excepția orezului;

— izolarea hidrogeologică a orezăriilor în cadrul sistemelor de irigație complexe;

— asigurarea funcționării rețelei de colectare, evacuare și drenaj.

La diminuarea alimentării pînzei freatice cu apa din canalele de aducțiune se va ține seama de:

— stabilirea traseelor canalelor pe porțiunile de teren mai puțin permeabile;

Scanned with OKEN Scanner

— micşorarea permeabilităţii canalelor prin mijloace de compactare, argilizare, căptuşire (pereu cu plăci de beton armat, beton asfaltat sau cu material plastic).

La canalele permanente şi cu funcţionare continuă, pierderile de apă se produc prin vanetele de derivaţie şi prin galeriile săpate de animale în taluze.

Vegetaţia prea dezvoltată de pe taluzurile interioare ale canalelor micşorează mult viteza de circulaţie a apei şi accentuează pierderile prin filtraţie. Cosirea şi întreţinerea corectă a taluzurilor interioare pentru canalele deschise este o măsură eficace de înlăturare a pierderilor de apă. Prin compactarea întregii secţiunii a canalelor cu mijloace manuale sau mecanice, pierderea de apă se reduce. Folosirea bentonitei la impermeabilizarea canalelor reprezintă o soluţie foarte ieftină şi uşor de aplicat. Funcţionarea cu intermitenţă a reţelei de aducţiune măreşte procentul pierderilor de apă. Pereu din beton armat sau dale asigură o bună impermeabilizare a canalelor.

Împiedicarea stabilirii contactului dintre apa de irigaţie şi apa freatică sub cultura irigată se realizează prin:

— udare cu norme moderate care să umecteze numai stratul cu rădăcini (0—50 cm);

— evacuarea apelor de băltire care se pot ivi în sistemul de irigaţie ca urmare a diferitelor defecţiuni pe reţeaua de alimentare sau evacuare;

— introducerea metodelor de repartizare mecanizată a apei din reţeaua provizorie prin folosirea tuburilor, sifoanelor, conductelor transportabile etc;

— nivelarea corespunzătoare metodei de udare. Denivelările sînt foarte primejdioase mai ales în orezării. Izolarea hidrogeologică a orezăriilor în cadrul sistemelor de irigaţii complexe, prin construirea unui canal periferic de drenaj va împiedica ridicarea apei freatice.

Evaporaţia apei la suprafaţa solului determină şi ascensiunea capilară. Prin urmare, frînarea evaporaţiei în agricultura irigată asigură:

— economisirea apei de irigaţie;

— prevenirea salinizării secundare.

În linii generale cele mai de seamă măsuri din agricultura irigată menite să frîneze procesul de evaporaţie la suprafaţa solului sînt:

— menţinerea stării structurale a solului prin cultura de plante ameliratoare ca: lucerna, sulfina, lupinul şi prin aplicarea unui sistem raţional de fertilizare organică şi chimică;

— lucrări mecanice cît mai puţine (praşilele numeroase accentuează pierderea de apă prin evaporare);

— menţinerea terenului acoperit cu înveliş vegetal cît mai mult timp posibil. Culturile succesive şi culturile pentru fertilizanţi organici verzi în agricultura irigată sînt foarte indicate.

Dacă cu toate măsurile de prevenire, salinizarea secundară a început să se iveaască, în amenajarea pentru irigaţie este necesar să se cultive plante ce suportă o salinizare ridicată ca: sorg, mei, sfeclă de zahăr, sfeclă de nutreţ, iarbă de Sudan, orzul, orezul, iar dintre leguminoasele perene: *Trifolium fragiferum*, *Melilotus officinalis*, *Melilotus albus*, mai puţin lucerna şi ghizdeiul.

Cînd salinizarea secundară a avansat mai mult, solul nemaiputînd fi cultivat agricol, atunci sînt necesare măsuri ameliorative speciale ce alcătuiesc sistemul amendare-spălare-drenare.

Scanned with OKEN Scanner

16.4. SISTEMUL MĂSURILOR DE COMBATERE A SALINIZĂRII SECUNDARE

Sistemul de măsuri ce se aplică în combaterea salinizării solurilor este variabil şi condiţionat de intensitatea salinizării şi de nivelul la care se găseşte apa freatică.

În funcţie de compoziţia sărurilor acumulate în orizontul superior, solurile saline se clasifică în :

Solonceacuri conţin săruri solubile chiar la suprafaţa terenului. Prezintă vegetaţie de plante suculente specifice sărăturilor sau sînt lipsite de vegetaţie (chelituri). Nu pot fi cultivate cu plante agricole. Apa se află la adîncimea de 1—2 m avînd o mineralizare puternică. Solonceacurile în funcţie de reziduul fix se clasifică în :

— soluri slab salinizate, cu reziduul fix între 0,2—0,5% şi clor între 0,01—0,1% ;

— soluri puternic salinizate cu reziduul fix mai mult de 0,5% şi conţinutul de clor mai mare de 0,1% ;

— solurile cu reziduul fix mai mic de 0,2% iar clorul mai puţin de 0,01%, se consideră normale.

Soloneţuri-solonceacuri conţin sărurile solubile la suprafaţa terenului dar cu un conţinut bogat de sodiu în complexul adsorbativ care imprimă solului însuşiri nefavorabile pentru cultura plantelor.

Soloneţurile se caracterizează printr-un conţinut mult mai ridicat de sodiu în complexul adsorbativ al solului avînd însuşiri fizice defavorabile, asemănătoare soloneţurilor-solonceacuri. Pe stratul de 10—20 cm sînt spălate de săruri în mod natural. Soloneţurile în funcţie de conţinutul de Na se clasifică în :

— slab soloneţizate cu 5—10%Na ;

— mijlociu soloneţizate cu 10—20% Na ;

— puternic soloneţizate (soloneţuri propriu-zise) au peste 20% Na în complexul adsorbativ al solului.

Solodiile au în complex pe lîngă Na^+ şi H^+. Se întîlnesc de obicei pe locurile de depresiune în zona soloneţurilor.

Pentru solonceacuri şi soluri salinizate secundar, spălarea sărurilor din stratul de sol cu rădăcini pînă la limita de rezistenţă a plantelor reprezintă singura măsură ameliorativă.

Pentru soloneţuri şi soluri solonetizate secundar, amendarea cu calciu care să deplaseze sodiul din complex şi să uşureze spălarea lui este o măsură radicală de ameliorare. În soluţie se formează sulfatul de sodiu în loc de carbonat de sodiu. Sulfatul de sodiu este mai puţin nociv decît carbonatul de sodiu.

Aceste măsuri de bază se aplică în condiţiile scoaterii solului de sub influenţa apei freatice. Drenajul permanentizează efectul spălărilor şi al amendării şi previne salinizarea secundară a solurilor ameliorate în condiţiile agriculturii irigate.

Amendarea solurilor alcaline. În funcţie de adîncimea apei freatice şi de preponderenţa sărurilor, ameliorarea se execută diferenţiat. Astfel, pe solodiile şi soloneţurile levigate cu apă freatică sub adîncimea de 3—4 m, amendarea se face cu piatră de var, cu var nestins, sau var stins şi cu spumă de defecaţie. Acţiunea de schimb a Ca^{++} din $CaCO_3$ este viguroasă numai într-un mediu mai puţin alcalin, la un pH de cel mult 7,8.

Scanned with OKEN Scanner

Pe soloneţurile alcaline, cu apă freatică la o adîncime mai mare de 3—4 m, amendarea se face cu gips, cu sulf sau cu lignit. Calciul din gips înlocuieşte sodiul din complexul adsorbativ al solului iar în soluţia solului apare Na_2SO_4. Gipsul acţionează asupra carbonatului de sodiu din soluţia solului, rezultînd sulfat de sodiu şi carbonat de calciu. Sulfatul de sodiu este mai puţin nociv pentru plante decît carbonatul de sodiu care trebuie şi el spălat în adîncime. Carbonatul de calciu nu are acţiune asupra carbonatului de sodiu şi din această cauză nu poate fi utilizat cu succes ca amendament.

Gipsul folosit la amendare se cunoaşte sub două forme : gips nativ şi fosfogips; acesta din urmă este un reziduu industrial care conţine 80% gips şi 3—7% fosfor. Fosfogipsul este mult mai bun decît gipsul. Amendarea solurilor alcaline cu sulf întrebuinţat ca floare de sulf—prin oxidare de către tiobacterii şi prin hidratare se transformă în acid sulfuric — intră în reacţie cu sodiul din carbonatul de sodiu şi rezultă sulfatul de sodiu uşor levigabil şi mai puţin nociv. Tot pe solurile alcaline se foloseşte ca amendament praful de lignit, care are o mare putere de adsorbţie asupra solului. Cînd praful de lignit conţine şi sulf, efectul este şi mai puternic.

Cantitatea mare de 50—100 t/ha se dă ca să asigure pentru orez condiţii mai bune de vegetaţie.

Îndepărtarea sărurilor neutralizate din stratul de rădăcini se realizează de cele mai multe ori prin exploatarea solului în regim irigat. Pe solurile foarte alcaline, după amendare sînt necesare spălări, operaţie ce reclamă reţea de drenaj şi evacuare.

Apa în corectarea sărăturilor. Spălarea este o măsură corectivă necesară tuturor solurilor saline. Udările de spălare sînt necesare solonceacurilor, soloneţurilor-solonceacuri şi solurilor salinizate secundar peste limita de toleranţă a plantelor. Pe solonceacuri şi pe soluri saline spălarea se aplică, singură, fără alte măsuri ameliorative. Cînd solul are mult *Na* în complex spălarea este însoţită şi de amendare. Drenajul apei saline este obligatoriu pe toate solurile salinizate, unde apa freatică este mineralizată şi se găseşte la o adîncime mai mică de 3—4 m.

Norma udării de spălare este cantitatea de apă cu care se spală solul pe adîncimea stabilită; este alcătuită din norma de udare necesară umezirii solului la (C) pînă la nivelul freatic (norma de aprovizionare) şi norma de evacuare (volumul de apă drenat prin sol şi colectat în reţeaua de evacuare). Udările de spălare se aplică toamna sau iarna cu condiţia ca terenul să nu fie îngheţat.

Pe solurile în care predomină sulfaţii, spălarea trebuie făcută într-o perioadă mai caldă pentru a mări solubilitatea sărurilor. Pe solurile salinizate unde predomină clorurile se pot face spălări în timpul iernii, deoarece aceste săruri se dizolvă uşor.

Calcularea mărimii normei udării de spălare se face plecînd de la bilanţul de apă din sol :

$$R_f + cP_i + S = C + D \qquad (16.2)$$

din care :

$$S = C - R_f - cP_i + D \; ; \; c = \frac{R_i - R_f}{P_i}$$

sau

$$S = a + D$$

Norma de spălare$=100 \cdot \rho a \cdot H(C-U)-cPi+D$ (m³/ha)

unde:

U — este umiditatea actuală, în procente; a — norma de aprovizionare; C — capacitatea de apă în cîmp; P_i — precipitațiile din timpul iernii; S — norma udării de spălare; R_f — rezerva finală de apă, după recoltare; D — norma de evacuare în procente.

În cazul formulei (16.2) norma de evacuare (D) se aproximează în procente din norma de aprovizionare (luîndu-se în considerare adîncimea apei freatice și mișcarea ei, permeabilitatea, gradul de spălare al solului).

Thorne și Peterson au introdus în calculul normei de spălare noțiunea de *rație de spălare* notată cu (LR)*.

Apa ce trebuie să treacă prin sol pentru a-l spăla (deci rația de spălare) se calculează în procente în funcție de conținutul în săruri după relația:

$$LR=\frac{Dd}{Di}\cdot 100\,\frac{ECi}{ECd}\cdot 100 \qquad (16.3)$$

unde:

Dd este norma de evacuare, în m³/ha; Di — norma de spălare, în m³/ha; ECi — conductanța electrică a apei de irigație, micromho/cm; ECd — conductanța electrică a apei evacuate, în micromho/cm.

Toleranța maximă admisibilă în soluția de sol, de 4 000 micromho/cm, se consideră ca limită admisă de către majoritatea plantelor.

Dacă o apă de irigație are conductanța 500 micromho/cm și concentrația maximă admisibilă în soluția solului se consideră 4 000 micromho/cm, rația de spălare (LR) va fi:

$$LR=\frac{500}{4000}\cdot 100=12{,}5\% \qquad (16.4)$$

înlocuind în relația (16.3) se obține:

$$\frac{D}{D+a}\cdot 100=LR, \text{ sau } LR(D+a)=100\cdot D$$

$$100\,D-DLR=aLR \text{ de unde:}$$

$$D=a\,\frac{LR}{100-LR}$$

Formula de calcul a normei de spălare, relația generalizată: (16.5)

$$S=a+D=a+a\,\frac{LR}{100-LR}=a\left[1+\frac{LR}{100-LR}\right] \text{ sau} \qquad (16.5)$$

$$S=[C-R_f-cP_i]\cdot\left[1+\frac{LR}{100-LR}\right] \text{ sau}$$

$$[S]=[100\cdot\rho a\cdot H(C-R_f)-cP_i]\cdot\left[1+\frac{LR}{100-LR}\right]$$

Calcularea normei de spălare se poate determina și prin raportul: salinitatea apei la irigație/salinitatea la care s-ar obține o scădere a producției cu $50\%=\frac{1}{8}$. Cînd 7/8 din totalul apei care pătrunde în sol a fost absorbită de

* LR — leanching requirement

Scanned with OKEN Scanner

plante sau s-a evaporat, restul de 1/8 din apă va avea conductanţa electrică de 8 mmho/cm, nivel maxim admis. Această salinizare puternică se va produce numai la partea inferioară a zonei rădăcinilor. În aceste condiţii producţia va fi redusă puţin.

Volumul total al apei de irigaţie poate fi exprimat în cifre prin scăderea valorii cerinţei de spălare din 1 şi împărţind această valoare la cifra consumului util al culturii. Dacă consumul util al lucernei este de 1 m (adică 10 000 m³/ha) atunci volumul total de apă necesar cu conductanţa electrică de 1 mmho/cm este $= \frac{1}{7/8} = 1{,}14$ m = 1 140 mm.

Udările de spălare sînt: *capitale* şi *profilactice*. Cele capitale se aplică solurilor saline încă de la început şi se încadrează în sistemul măsurilor ameliorative cu scopul de punere în stare de producţie a solului. Aceste udări au caracter curativ. Se aplică consecutiv 1—3 ani cu norme mari. După ce solul salinizat a fost ameliorat sînt necesare udări de spălare în fiecare an, pentru îndepărtarea sărurilor acumulate în cursul anului.

La spălările capitale norma de evacuare trebuie să fie foarte mare, de cîteva ori mai mare ca norma udării prin care se realizează umiditatea la capacitatea de cîmp pentru apă a solului (12 000 m³/ha).

Norma udării de spălare profilactică este mai mică decît cea capitală, 1 500—2 500 m³/ha — (în funcţie de permeabilitatea solului şi de gradul de salinizare). Pentru ca apa să dizolve sărurile este necesar ca timp de cîteva zile drenajul să fie închis. În unele cazuri se aplică udări de spălare a solurilor salinizate care nu au asigurată drenarea şi evacuarea apelor subterane. În acest caz se realizează numai migrarea sărurilor în stratul inferior, la care rădăcinile plantelor nu ajung.

În cazul apelor freatice mineralizate şi aflate sub 3 m, udarea de spălare, fără drenaj, salinizează şi mai intens. În lipsa drenajului se aplică norma udării de spălare în 3—4 reprize la intervale de 2—3 zile. Apa folosită la spălarea solurilor saline poate avea un oarecare grad de mineralizare fără să prejudicieze procesul spălării. Pentru a se mări efectul apei se introduc şi amendamente.

Drenarea solurilor salinizate trebuie să se facă printr-un sistem de drenaj astfel dimensionat, încît să asigure coborîrea apei freatice sub adîncimea critică; în cazul spălărilor şi al irigaţiei, sistemul de drenaj trebuie să asigure deodată, evacuarea apelor provenite din spălări şi din irigaţie (cazul orezăriilor).

Drenajul vertical s-a dovedit destul de eficace în toate ţările care l-au aplicat. Un puţ asigură drenajul a 150 ha. Aşezînd puţurile la 1 500 m unul de altul, nivelul freatic coboară pînă la 2 m.

Ameliorarea sărăturilor prin combinarea judicioasă a celor trei verigi ale sistemului de amendare-spălare-drenaj se poate face numai în condiţii de irigare.

Prima fază de ameliorare se consideră terminată cînd conţinutul de săruri solubile nocive plantelor din stratul de rădăcini al solului a scăzut la 0,2—0,3%, din care Cl^- sub 0,01%.

Faza a doua înseamnă consolidarea ameliorării şi se realizează prin menţinerea la un nivel scăzut a apei freatice.

Scanned with OKEN Scanner

Faza a treia înseamnă regim de irigaţie abundent, adică să existe un continuu schimb de ape.

Pe terenurile saline se pot obţine recolte bune dacă se respectă o serie de reguli din tehnica de irigaţie, de alegerea culturilor, de lucrarea solului şi de drenare.

În regiunile aride sărurile se acumulează pentru că nu plouă suficient ca să fie spălate. Problema se complică cînd apa de irigaţie este salină sau cînd la solurile cu nivelul apei freatice ridicat drenajul este nesatisfăcător. Salinizarea reduce cantitatea de apă disponibilă pentru plantă. Faptul că numeroase plante pot fi cultivate pe terenuri saline se explică prin aceea că majoritatea sărurilor sînt sulfaţi de calciu şi carbonaţi de calciu.

Electroconductanţa în zona rădăcinilor trebuie controlată periodic.

Spălarea sărurilor aduse pe profil se face cu o udare de spălare premergătoare semănatului. Cel mai potrivit moment de spălare este toamna şi începutul iernii. Solurile crăpate puternic din cauza uscării se umezesc la capacitatea de cîmp pentru apă pe adîncimea de 1 m, apoi se introduce apă pentru spălarea sărurilor.

Frecvenţa spălării solurilor saline depinde de mai mulţi factori:

Calitatea apei. Cu cît apa este mai săracă în săruri cu atît sărurile trebuie spălate mai des pe solurile deja salinizate.

Textura solului. Solurile cu textură fină reclamă mai multă apă decît solurile cu textură grosieră.

Permeabilitatea. Solurile greu permeabile cer mai multă apă. Spălarea mai rar permite o uscare mai bună a solului şi îmbunătăţeşte viteza de infiltraţie.

Adîncimea apei freatice. La solurile cu apa freatică în faţă, norma de spălare este mai mică, faţă de situaţia cînd apa freatică se află la adîncime mare.

16.5. CULTURA OREZULUI PE SOLURILE SALINIZATE

Orezul nu este o plantă rezistentă la concentraţii mari de săruri nocive în sol (maximum 0,3%) totuşi se cultivă pe solurile salinizate. Rezistenţa la o concentraţie mai ridicată în săruri a solului se datorează stării submerse a terenului, care favorizează diluarea pronunţată a soluţiei solului.

Prin cultivarea raţională a orezului pe solurile salinizate concentraţia în săruri a acestor soluri se micşorează treptat, solurile fiind recuperate şi repuse în circuitul agricol.

Solul prea salinizat nu mai poate fi cultivat cu orez şi nici cu altă cultură agricolă. Procesul de intensificare a concentraţiei în săruri a solurilor salinizate sub cultura orezului poate avea loc chiar pe soluri nesalinizate.

Salinizarea secundară a solurilor prin cultura orezului (proces de natură antropogenă), prin care nivelul apei freatice se ridică sub influenţa irigaţiei prin submersie continuă, cu strat gros de apă, reprezintă o calamitate pentru agricultură.

Scanned with OKEN Scanner

Regimul de irigare al orezului pe solurile salinizate. În orezăriile în care procesul de salinizare secundară a fost stăvilit prin lucrările speciale de ameliorare, solul trebuie să fie menţinut într-o bună stare de fertilitate.

Pe solurile salinizate regimul de irigaţie al orezului trebuie să asigure în permanenţă circulaţia apei pentru a împiedica ridicarea sărurilor nocive spre suprafaţă. Zvîntarea solului la suprafaţă pentru înrădăcinarea orezului sau pentru alte cerinţe biologice (aerisire, combaterea dăunătorilor) dă naştere la curenţii ascendenţi de apă ce transportă sărurile spre suprafaţă.

Cel mai indicat regim de irigare este submersia continuă, cu strat de apă variabil şi în general mai gros, pentru diluarea soluţiei solului şi a apei de inundare (tabelul 16.1).

TABELUL 16.1

Diferite regimuri de irigare la orez în condiţiile unui sol salinizat şi producţia de orez. (M e l a c r i n o s A.)

Regimul de irigare	Producţia de orez	
	kg/ha	%
Submersia continuă	3120	100
Submersia intermitentă	1886	60
Udări periodice (fără submersie)	1421	45

Regimul de irigare prin submersie intermitentă şi cel prin udări periodice (fără submersie) a determinat condiţii de resalinizare a solului, ceea ce s-a reflectat în scăderea pronunţată a recoltei de orez.

Prin aplicarea unui regim de irigaţie bine condus, care să reducă ascensiunea sărurilor spre suprafaţa solului, solul suferă o desalinizare pronunţată, irigarea orezului constituind astfel un mijloc de spălare.

Cînd apa de submersie nu conţine săruri decît într-un procent minim, stratul de apă în timpul încolţirii nu trebuie să fie mai gros decît pe solul nesalin (tabelul 16.2).

TABELUL 16.2

Influenţa grosimii stratului de apă în timpul încolţirii într-o cultură de orez pe solul uşor salinizat

Grosimea stratului de apă	Plante răsărite	
	număr/m²	%
pînă la 3 cm	561	98,5
6 — 10 cm	444	78,0
10 — 15 cm	249	43,7

O grosime a stratului de apă mai mic de 6 cm este riscantă pe terenurile salinizate, de aceea se recurge la o grosime de 6—10 cm, sporind însă cantitatea de sămînţă la ha.

Faza de înrădăcinare a orezului este critică pe terenurile salinizate, de aceea nu trebuie să se aplice uscarea de înrădăcinare.

Scanned with OKEN Scanner

În timpul înrădăcinării terenul se menține mocirlos prin umectări repetate, stare de umiditate ce nu poate fi realizată decît în condiții de perfectă nivelare a terenului.

În condițiile unei salinizări puternice se practică cultura orezului prin transplantare, pe motivul că răsadul în vîrstă este mai tolerant la săruri. Pînă la plantarea orezului se pot aplica udări de spălare.

În condițiile unei salinizări mijlocii (sub 0,5% reziduu fix) orezul se seamănă direct prin metoda însămînțării în apă. Pe terenurile slab salinizate, conținutul total în săruri în stratul activ al solului nedepășind 0,25—0,27%, este suficientă o singură spălare, pe terenurile mijlociu salinizate avînd un conținut în săruri de 0,35% se fac 2—3 spălări la intervale scurte.

În timpul înfrățitului se menține un strat mic de apă la fel ca și în cultura pe soluri nesalinizate.

În continuare pînă la coacere se menține un strat de apă de 15—20 cm. În acest timp apa se împrospătează în timpul căldurilor mari cînd depășește 40°C. Se execută în acest răstimp și cîteva evacuări pentru spălarea solului atunci cînd salinitatea este accentuată.

Evacuarea apei la maturitatea orezului se face mai tîrziu și anume la coacerea în pîrgă. În amenajările cu parcele dispuse în trepte, alimentarea lor trebuie făcută de jos în sus.

Măsurile agrotehnice speciale. Prezența sărurilor nocive în sol, măsurile ameliorative și regimul de irigare de pe solurile salinizate, impun aplicarea unor măsuri speciale de agrotehnică. Astfel, folosirea fertilizanților pe solurile salinizate este obligatorie pentru că substanțele nutritive din sol sînt levigate odată cu sărurile nocive, în timpul spălărilor. Producțiile cele mai mari s-au obținut cu 200 kg N/ha și 150 kg P_2O_5/ha.

Pregătirea terenului. Pe solurile salinizate trebuie să se asigure o afînare cît mai bună și cît mai în adîncime, fără însă ca prin aceasta să se denivleze terenul. Buna afînare a solului este necesară pentru activitatea proceselor biologice aerobe și în același timp și pentru favorizarea filtrației apei de spălare. Se execută o arătură adîncă toamna, cu scormonirea fundului brazdei. Arătura se grăpează imediat, deoarece în bolovanii rămași au loc procese locale (minuscule) de salinizare datorată svîntării neomogene a suprafeței terenului. Primăvara, pînă la semănatul orezului, terenul se întreține prin lucrări energice de afînare.

Capitolul 17

RANDAMENTUL IRIGAȚIEI, OPTIMIZAREA CONSUMULUI DE APĂ

În orice exploatare agricolă irigată se pune, cu toată fermitatea, problema economiei de apă. Pierderile de apă în sistemele de irigație, sînt de neînlăturat integral. Principala cauză ce conduce la pierderi de apă rezidă în

Scanned with OKEN Scanner

neuniformitatea distribuirii apei pe suprafața irigată; brazdele și stratul activ de sol este mai puțin umezit în aval decît în amonte. La irigarea prin aspersiune, cu intensitate orară redusă, evaporarea este mare. Foliajul bogat reține multă apă care amplifică pierderea apei prin evaporare.

Tehnica actuală dispune de soluții care conduc la reducerea evaporației sau reținerii umezelii de pe foliajul plantelor însă cu aplicabilitate la suprafețe acoperite.

Obținerea produsului principal de la fiecare cultură, la un preț de cost cît mai scăzut, determină soluții noi în organizarea udării și cere utilaj de mare randament, tot mai modern.

Folosirea mai eficientă a apei de irigație este obligația fiecărui consumator.

Dar și această folosire eficientă variază de la o localitate la alta. În zonele în care este puțină și costisitoare, apa este folosită cu precauție, pe cîtă vreme în zonele în care apa se găsește din abundență valoarea ei este mică și tendința de risipă este frecventă.

Utilizarea eficientă a apei în transportul ei pînă la plantă este influențată de costul amenajării și calitatea muncii. În tehnica irigației aceasta poate fi calculată și exprimată sub formă calitativă și cantitativă.

În orice sistem de irigație, pe baza urmăririi curbei consumului și al factorilor ce-l determină, eficiența irigației se exprimă sub diverse forme. Astfel, randamentul unui sistem de irigație se analizează ca randament global al irigației, randamentul aducerii apei, randamentul udării, înmagazinării și folosirii apei, randamentul uniformității udării și al evapotranspirației.

17.1. RANDAMENTUL IRIGAȚIEI (RI)

Randamentul irigației se exprimă prin raportul:

$$RI = \frac{\text{cantitatea de apă necesară plantelor}}{\text{cantitatea de apă luată din sursă}}$$

Termenii raportului scot în evidență pierderile de apă care se produc în rețeaua permanentă. Analiza randamentului irigației trebuie extinsă însă și asupra distribuției apei.

Randamentul aducerii apei. Prima concepție cu privire la randamentul irigației s-a rezumat la evaluarea pierderilor de apă în rețeaua de alimentare și care s-au analizat sub forma randamentului aducțiunii.

Ținînd seama că cea mai mare parte din apa de irigație vine la plantă prin derivări din sursă sau rezervoare, pierderile de apă care se produc în timpul aducerii sînt deseori excesive. Randamentul aducerii (Ra) se exprimă prin ecuația:

$$Ra = \frac{V_l}{V_p} \cdot 100 \qquad (17.1)$$

unde: Ra — este randamentul aducerii apei; V_l — apa livrată consumatorilor la hidranți; V_p — apa prelevată din sursă în același scop și moment.

Randamentul udării (Ru). La pierderile determinate de transportul apei necesare se mai adaugă cantitatea de apă distribuită în plus față de capacitatea de reținere a solului.

Scanned with OKEN Scanner

Concepția, cu privire la randamentul udării, a fost dezvoltată în măsura în care apa livrată este înmagazinată în zona activă, de unde plantele o pot folosi. Randamentul udării în acest caz se obține din ecuația:

$$Ru = 100 \frac{V_n}{V_l} \qquad (17.2)$$

unde: Ru este randamentul udării; V_n — cantitatea de apă înmagazinată în sol în zona rădăcinilor în timpul irigației; V_l — apa livrată consumatorilor.

Calculul randamentului udării poate fi prevăzut la proiectare și verificat în timp în sistemul de irigație. El poate varia de la valori extrem de joase pînă la valori ce se apropie de 100%. În practica curentă de irigație, prin scurgere la suprafață, randamentul udării este în jur de 60% iar în cazul aspersiunii 75%. Pierderile de apă de irigație în momentul udării se realizează prin:

— scurgerea la suprafața terenului (S_s);
— infiltrarea apei mai jos decît stratul activ (P_f);

Neglijînd evaporația în perioada udării și imediat după udare, pierderile de apă se calculează cu relația:

$$V_l = V_n + S_s + P_f., \text{ de unde,}$$

$$Ru = 100 \frac{V_l - (Ss + P_f)}{V_l} \qquad (17.3)$$

La fiecare irigație se udă terenul cu un volum de apă calculat. Problema centrală în irigație o reprezintă înmagazinarea apei în zona activă. Știut fiind că nu se poate înmagazina toată apa aplicată la udare ca umiditate în sol, cîteva pierderi sînt de neînlăturat.

Denivelările suprafeței irigate, infiltrația mare, debitul mic de irigație, neatenția în timpul irigației, parcursul lung al aducerii apei, aplicarea excesivă de apă, toți acești factori conduc la mărirea pierderilor și la randamentul udării scăzut.

Mărimea normei de udare aplicată la fiecare udare este un factor dominant care influențează randamentul udării chiar dacă apa a fost uniform repartizată peste suprafața irigată. Variația în timp a factorilor, uniformitatea terenului, metoda de irigație, mărimea debitului, cursă lungă în aducere, textura solului, permeabilitatea conduc și influențează pe cultivator să aplice o normă mare de udare. Un volum mare de apă la fiecare irigație determină o eficiență scăzută.

Randamentul de folosire al apei (R_f). Avînd apa adusă în punctul de utilizare și distribuită solului, concepția cu privire la eficiență are în vedere ce proporție din apa livrată a fost util consumată. Randamentul de folosire se poate calcula în cîmp prin ecuația:

$$R_f = 100 \frac{V_u}{V_l} \qquad (17.4)$$

unde: V_u este apa util consumată; V_l — apa livrată.

Randamentul înmagazinării apei ($Rîn$). Creșterea cerințelor de apă, pe de o parte și realizarea creșterii valorii produsului finit încît să avem cîștig

Scanned with OKEN Scanner

din irigație, duc la un preț ridicat al apei și deseori sîntem descurajați în folosirea apei.

Obținerea unui beneficiu scăzut, prin irigație se întîmplă deseori nu pentru că s-a aplicat un exces de apă ci pentru că s-a aplicat insuficient. În multe cazuri numai o mică fracțiune din necesarul de apă se aplică. Randamentul udării sub astfel de practică este de 100% și totuși udarea este necorespunzătoare solului.

Concepția cu privire la înmagazinarea apei se bazează pe modul cum se completează necesitatea de apă cerută de zona activă în timpul irigației. În acest caz randamentul înmagazinării se calculează cu relația:

$$Rîn = 100 \frac{V_n}{V_a} \tag{17.5}$$

unde: V_n este cantitatea de apă înmagazinată în stratul activ în timpul irigației; V_a — cerința de apă în stratul activ înainte de irigație.

Cercetările au arătat că îmbunătățirea randamentului de înmagazinare poate tripla producția.

Randamentul mare al udării și producția mică în unele unități se datorează faptului că randamentul înmagazinării a fost scăzut. Pe solurile salinizate, pentru a se înlătura efectul nociv al sărurilor, randamentul înmagazinării trebuie să fie mare.

Randamentul uniformității (*Rfu*). O cerință majoră a unui sistem de irigație este că distribuie uniform apa în tot cuprinsul zonei rădăcinilor. O asemenea udare se va reflecta în realizarea de producții mari și ieftine. Distribuția neuniformă se observă în parcelă prin unele porțiuni de teren umede și altele uscate Pe suprafețele uscate există tendința de acumulare a sărurilor și, ca urmare, creșterea plantelor este stînjenită. Dacă apa se distribuie în exces suprafețele uscate dispar însă norma de udare crește. a determinarea randamentului uniformității de udare se aplică relația:

$$Rfu = 100 \quad 1 - \left(\frac{y}{d}\right) \tag{17.6}$$

unde: y este abaterea medie față de media, în mm, H_2O înmagazinată în timpul irigației; d — apa înmagazinată în timpul irigației, medie aritmetică, în mm H_2O.

Randamentul evapotranspirației (*RET*). Apa înmagazinată în sol în timpul udării se consumă de către cultură prin (*ETP*) și (*ETM*). Distanța mare între rîndurile culturii expune o suprafață mare la evaporație — consum neproductiv — mai mult, o parte din apă va penetra mai jos decît grosimea stratului activ. Randamentul (*ET*) se calculează cu relația:

$$RET = 100 \frac{E_n}{V_{nt}} \tag{17.7}$$

unde: E_n este evapotranspirația normală; V_{nt} — cantitatea de apă consumată din zona rădăcinilor.

17.2. CORELAȚIA PRODUCȚIE-CONSUM DE APĂ

Randamentul unui sistem de irigație analizat sub multiplele aspecte ne duce mai departe la precizarea naturii corelației dintre producția agricolă și consumul de apă în condiții de irigare precum și măsura în care diverși factori naturali și tehnici o modifică.

Cunoașterea expresiei acestei corelații este indispensabilă pentru stabilirea consumului optim economic. În felul acesta se poate corela optimul economic al producției (în raport cu consumul de apă) de o anumită asigurare a sursei de apă, respectiv la o anumită capacitate de debit a sistemului de irigație.

Corelația producție-consum de apă, este determinată de specia plantei de cultură, soi, vîrsta plantei și condițiile de mediu (climatice și pedologice) care concură la diferențieri nete în valorificarea apei (fig. 17.1)

În măsura în care acești factori sînt dimensionați și dirijați omul poate modifica natura corelației în folosul său.

În alte cercetări s-a demonstrat existența diferitelor căi ce concură la creșterea eficienței apei consumate pe terenurile irigate; astfel într-un caz extrem — pe nisipuri semimobile de dune.

Unii cercetători francezi comparînd corelația producție-consum cu corelația producție-număr de udări, au constatat un coeficient de corelație mai bun pentru aceasta din urmă (fig. 17.2).

Corecta îmbinare a frecvenței udărilor cu celelalte elemente ale regimului de irigație, concură la diminuarea aridității microzonei și la o mai rapidă accesibilitate a apei din sol.

În cadrul corelației producție-consum de apă se pot prezenta game mai largi a variabilei independente (plecînd de la consum moderat la consum excesiv); rezultă posibilitatea exprimării acestei corelații printr-o curbă — S — cu o fază intermediară de optim (fig. 17.3).

Zona intermediară de aprovizionare și consum are o semnificație particulară pentru tehnica irigației: aici se realizează o valorificare eficientă a apei, într-un ritm optim la care se obțin producțiile cele mai economice prin irigare.

Faza terminală de consum excesiv este exprimată printr-o relație analitică ce dă direct producția maximă.

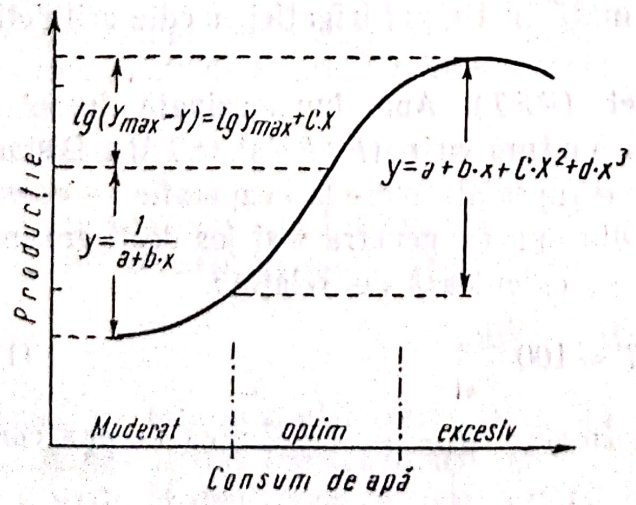


Fig. 17.1. Corelația producție-consum de apă la cîteva culturi de cîmp irigate, pe cernoziom levigat.

Scanned with OKEN Scanner

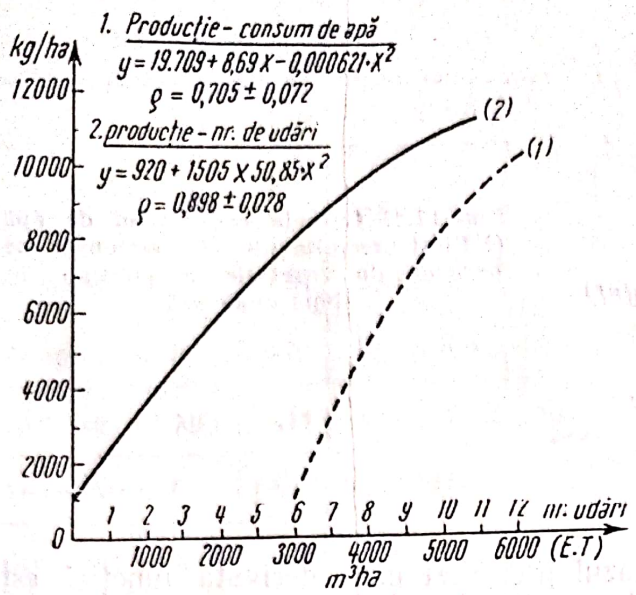


Fig. 17.2. Corelația producție-consum de apă și producție - număr de udări, la porumb boabe, pe nisip de dune semimobil.

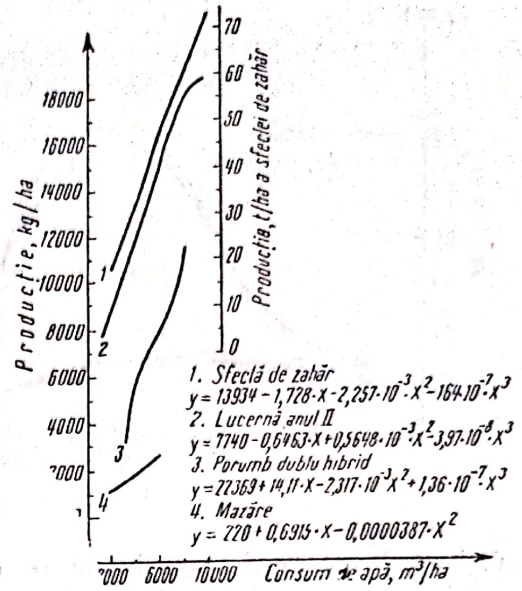


Fig. 17.3. Schema corelației, producție-consum de apă la : sfecla de zahăr, lucernă, porumb și mazăre (după M. Botzan).

Stabilirea corelației producție-consum contribuie la rezolvarea importantei probleme tehnico-economice: numărul de ani în care se admite ca necesarul de apă pentru irigație să nu fie asigurat și a cantității de apă care trebuie livrată sistemelor, în anii în care consumul de apă nu este asigurat integral. În prezent se consemnează tendința de a se considera arbitrare asigurările de calcul constante (de exemplu, 80% asigurare).

Timpul de recuperare care are o valoare minimă ($Tmin$) este o funcție de proporția în care este asigurat necesarul de apă, respectiv de consumul economic (q_{ec}):

$$T\,\min = f(q_{ec}) \qquad (17.8)$$

Cantitatea de apă ce trebuie livrată pentru irigație în fiecare din anii în care se asigură integral necesarul de apă, este în funcție de aceeași indici ce caracterizează timpul de recuperare adică: investiția, cheltuielile anuale de exploatare și valoarea sporului de producție datorat irigației. De aici se înțelege că la nivelul dimensionării sistemului de irigație problema esențială constă în optimizarea consumului de apă prin corelarea la limită cu producția optimă economică.

17.3. OPTIMIZAREA CONSUMULUI DE APĂ

În figura 17.3, la caracterizarea analitică a ultimei faze de consum excesiv, s-a folosit ecuația logaritmică de tip Mitscherlich care conține și valoarea maximă a producției (y max).

Plecînd de la ecuația parabolei cubice ce caracterizează ansamblul curbei *S*, se poate calcula producția maximă anulînd derivata acestei ecuații, $y'=0$.

Scanned with OKEN Scanner

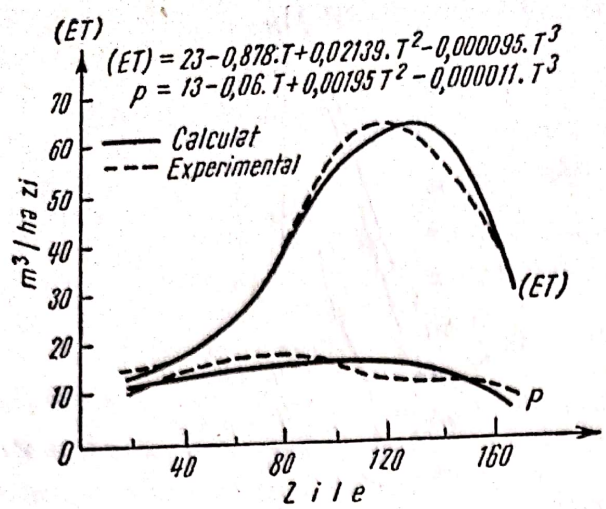


Fig. 17.4. Curbele consumului de apă (ET) și precipitațiile (P) eșalonate pe perioada de vegetație la porumb în stepă moderată.

Optimul economic se obține în cazul prezentat cînd derivata funcției este egală cu raportul: costul unitar al apei (C_u)/beneficiul ce revine pe unitatea de produs (V_u):

$$Y' = \frac{C_u}{V_u} \tag{17.9}$$

Dacă consumul optim este atins, beneficiul nu mai poate fi majorat nici prin sporirea, nici prin reducerea cantității de apă consumată.

Eșalonarea cantitativă a consumului în timpul perioadei de vegetație este elementul de bază pentru exprimarea dinamică a bilanțului apei în solurile irigate.

În forma statică, ecuația generală a bilanțului apei din solul irigat în toată perioada de vegetație este:

$$R_i - R_f + P + \Sigma m - ET = 0 \tag{17.10}$$

Din prezentarea grafică a consumului zilnic (ET) și a precipitațiilor (p) pentru orice cultură se scoate în relief deficitul ce trebuie acoperit prin irigare (fig. 17.4).

Plantele vegetează normal numai cînd în sol există apă ușor accesibilă adică cuprinsă în intervalul: plafon minim (P_{min}) — capacitatea de cîmp pentru apă (C). Pentru determinarea rezervei de apă ușor accesibile (Ra) la un moment dat (Tn), în perioada de la începutul vegetației și pînă la prima udare cînd rezerva din sol scade la (P_{min}) se folosește relația:

$$Ra = (Ri - P_{min}) - \int_{T_0}^{T_n} [ET - P] \cdot dT \tag{17.11}$$

iar după aplicarea unei udări cu norma de udare (m) în momentul T_1, rezerva de apă la un moment dat (T_2) este:

$$Ra = m - \left\{ \int_{T_0}^{T_2} [ET - P] \cdot dT - \int_{T_0}^{T_1} [ET - P] \cdot dT \right\} \tag{17.12}$$

În ambele relații integrala reprezintă deficitul de apă cumulat pentru perioada considerată.

Scanned with OKEN Scanner

ANEXA 1

Coeficientul de corecție $1+\lambda(\theta)$ al evaporației sub adăpost utilizat în formula Bouchet J. R.

Temperatura (θ) în °C	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Coeficient $1+\lambda(\theta)$	1,81	1,84	1,87	1,89	1,92	1,95	1,98	2,01	2,04	2,07
Temperatura θ	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
Coeficient $1+\lambda(\theta)$	2,11	2,14	2,17	2,21	2,25	2,28	2,32	2,36	2,40	2,44
Temperatura θ	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5
Coeficient $1+\lambda(\theta)$	2,49	2,53	2,57	2,62	2,66	2,71	2,76	2,81	2,86	2,92
Temperatura θ	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5
Coeficient $1+\lambda(\theta)$	2,97	3,03	3,08	3,14	3,20	3,26	3,32	3,39	3,45	3,52
Temperatura θ	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5
Coeficient $1+\lambda(\theta)$	3,59	3,66	3,75	3,80	3,88	3,96	4,03	4,11	4,20	4,28
Temperatura θ	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5	28,0	28,5	29,0	29,5
Coeficient $1+\lambda(\theta)$	4,36	4,45	4,54	4,63	4,72	4,82	4,92	5,01	5,11	5,22

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE

Albineț, E. *Cercetări privind irigarea și fertilizarea porumbului pentru boabe în depresiunea Jijia—Bahlui.* Teză de doctorat. Institutul agronomic „N. Bălcescu", București, 1972.

Andrei, S. *Apa în pămînturile nesaturate.* București, Editura tehnică, 1967.

Archer, J. R., Smith, P. D. *The relation between bulk density available water capacity and air capacity of soils.* J. soil. sci., nr. 4, 1972.

Avrigeanu, G., Olteanu, F. *Influența distanței de semănat și a densității plantelor la hectar asupra producției de floarea soarelui cultivate în sudul țării.* Analele Institutului central pentru cereale și plante tehnice Fundulea, vol. XXX, seria B, 1962.

Baver, L. D. *Soil physics.* Third Edition. New York, John Wiley and sons inc., 1961.

Bîra, C. și col., *Exploatarea sistemelor de hidroameliorații.* București, Editura Ceres, 1970.

Blidaru, V. *Irigații și desecări,* București. Editura didactică și pedagogică, 1969.

Bohn, H. L. *Redox potentiales.* Soil science, nr. 1, 1971.

Botzan, M. *Culturi irigate.* București, Editura agrosilvică, 1966.

Botzan, M. *Concepții și orientări privind alegerea metodelor de udare pe plan mondial.* București, Probleme agricole nr. 5, 1973.

Brici, I. *Curs de culturi irigate.* Institutul agronomic Timișoara, 1968.

Briggs, E. G. *Movement of water in plants.* Blackwell scientific publications, Oxford, 1967.

Buckman, O. H., Brady, C. N. *The nature and properties of soils.* Sixth edition New York, The Macmillan company, 1966.

Castany, G. *Prospecțiunea și exploatarea apelor subterane.* București, Editura tehnică, 1972.

Cazacu, E. M. și col. *Amenajări de irigații în sisteme mari.* București, Editura agrosilvică, 1967.

Cazacu, E. M., și col. *Amenajări de irigații.* București, Editura Ceres, 1972.

Cîrciu, I. *Metode noi de irigare la udarea prin scurgere la suprafață.* București, Sinteză nr. 775, Centrul de informare și documentare pentru agricultură și silvicultură, 1971.

Chiriță, D. C. *Pedologie generală.* București, Editura agrosilvică, 1956.

Cioroianu, F. *Contribuții la îmbunătățirea tehnicii de irigare pe brazde în bazinul inferior al Oltenici.* Analele Institutului central pentru cereale și plante tehnice Fundulea, vol. XXXIV, 1966.

Claude, H. P. și Walter, V. H. *Sprinkler irrigation,* third edition, Hyattsville Maryland, 1969.

Constantinescu, E. și col. *Cartoful.* București, Editura agrosilvică, 1969.

Scanned with OKEN Scanner